

Особенности использования беспилотных летательных аппаратов при выполнении кадастровых работ на территории Новосибирской области

В. А. Зазулин¹, А. В. Чернов¹, А. В. Ершов¹*

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

* e-mail: zazulinvlad97@gmail.com

Аннотация. В исследовании рассмотрено правовое регулирование использования беспилотных летательных аппаратов в геодезической и кадастровой деятельности, в т.ч., изучен порядок постановки беспилотных летательных аппаратов на государственный учет, разобраны правила использования воздушного пространства Российской Федерации. Предложена классификация беспилотных летательных аппаратов, рассмотрены популярные программные комплексы для планирования полетов, управления данными аппаратами и обработки, полученных в результате аэрофотосъемки изображений. Выполнен анализ рынка современных беспилотных летательных аппаратов, применяемых для геодезической и кадастровой деятельности, рассмотрены области применения беспилотных летательных аппаратов, предложена усовершенствованная схема выполнения работ с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для целей кадастра, выполнена апробация предложенной технологической схемы на примере части территории Новосибирского района.

Ключевые слова: аэрофотосъемка, БПЛА, ортофотоплан, кадастровые работы, кадастровый инженер, кадастровая деятельность

Features of the use of unmanned aerial vehicles when performing cadastral works on the territory of the Novosibirsk region

V. A. Zazulin¹, A. V. Chernov¹, A. V. Ershov¹*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: zazulinvlad97@gmail.com

Abstract. The study examines the legal regulation of the use of unmanned aerial vehicles in geodetic and cadastral activities, including the procedure for placing unmanned aerial vehicles for state registration, analyzes the rules for the use of the airspace of the Russian Federation. The classification of unmanned aerial vehicles is proposed, popular software systems for flight planning, data management and image processing obtained as a result of aerial photography are considered. The analysis of the market of modern unmanned aerial vehicles used for geodetic and cadastral activities is carried out, the areas of application of unmanned aerial vehicles are considered, an improved scheme of work using unmanned aerial vehicles (UAV) for cadastre purposes is proposed, the proposed technological scheme is tested on the example of a part of the territory of the Novosibirsk district.

Keywords: aerial photography, UAV, orthophotoplane, cadastral work, cadastral engineer, cadastral activity

Сфера земельно-имущественных отношений постоянно претерпевает прогрессивные изменения. Так в последнее время активное развитие получил 3D-кадастр. Постоянное совершенствование системы сбора и хранения данных,

учета и обработки информации, а также появление современных технологий выполнения геодезических измерений в совокупности с доступным программным обеспечением, позволяют выполнять геодезические работы, связанные с объектами недвижимости, в кратчайшие сроки.

В тоже время, одной из наиболее актуальных проблем последнего десятилетия, которая замедляет процесс выполнения кадастровых работ в отношении земельных участков, является отсутствие единой электронной картографической основы, а также отсутствие полноценного реестра объектов недвижимости.

Для решения таких научно-технических задач наиболее актуально, на сегодняшний день применять беспилотные летательные аппараты, обладающие высокой мобильностью, техническими характеристиками и высокой точностью.

Таким образом, представленное исследование, направленное на изучение технических и технологических решений при использовании БПЛА в кадастровой деятельности и нормативно-правового обеспечения выполнения таких работ, обладает несомненной актуальностью.

Беспилотный летательный аппарат является частью организации движения воздушного транспорта на территории Российской Федерации и подлежит обязательной регистрации в соответствующем реестре. Кроме этого, для совершения полетов должны быть соблюдены требования, установленные действующим нормативно-правовым обеспечением в области организации движения воздушного транспорта и использования воздушного пространства РФ [5, 9, 10].

На сегодняшний день выделяется основной перечень документов, которые обеспечивают регулирование учета БПЛА и использования воздушного пространства РФ. На рисунке 1 отображены данные документы [5–10].

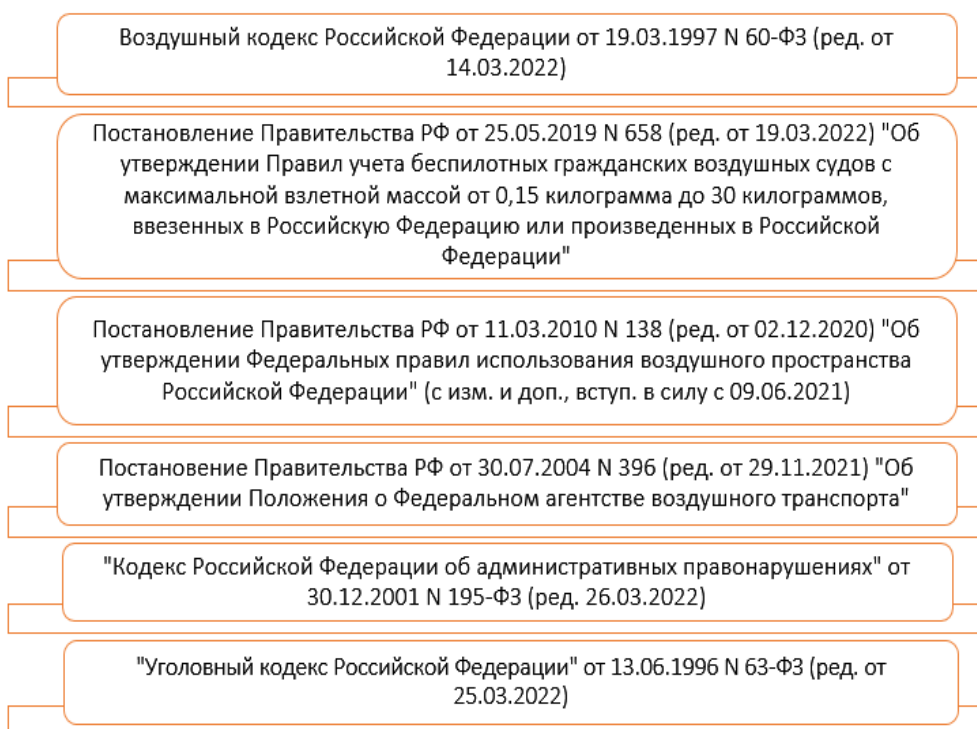


Рис. 1. Документы, регулирующие учет и применение БПЛА

Рассмотрев законодательство РФ в области регулирования воздушного пространства (ВП), можно сделать следующие выводы:

– государственному учету подлежат все БПЛА, применяемые для целей геодезии и кадастра, т.к. с марта 2022 года на учет необходимо ставить БПЛА массой от 150 грамм, для этого необходимо в Федеральное агентство воздушного транспорта (ФАВТ) подать заявление о постановке летательного аппарата на учет и полученный от ФАВТ регистрационный номер нужно нанести на корпус БПЛА [8, 9];

– для использования ВП РФ центрами Единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) устанавливаются местные или временные режимы, в результате чего пользователь БПЛА получает разрешение на использование ВП РФ, получение данного разрешения не требуется, если соблюдены все условия, которые описаны в пункте 52.1 нормативно-правового акта, регулирующего правила использования ВП РФ [10];

– лицо, осуществляющее управление БПЛА, несет ответственность в случае неправомерного использования ВП РФ, в зависимости от причиненного ущерба на оператора БПЛА накладывается административная или уголовная ответственность, если в результате нарушения правил использования ВП РФ пострадали люди, то в таком случае оператор БПЛА несет уголовную ответственность, в других случаях накладывается административная ответственность в виде штрафов [6, 7].

Область применения БПЛА достаточно широка: транспортировка, доставка грузов, аэрофотосъемка местности и объектов капитального строительства, мониторинг территории, стратегическое назначение и оборона государства. В результате анализа научно-технической литературы и систематизации опыта, была разработана общая классификация беспилотных летательных аппаратов и беспилотных авиационных систем (рисунок 2) [3, 12].



Рис. 2. Общая классификация БПЛА

На сегодняшний день для целей кадастра в городах наиболее целесообразно использовать БПЛА вращающегося крыла (мультикоптеры).

Полет на БПЛА осуществляется в одном из двух режимов, автоматическом или ручном. Для совершения полета в автоматическом режиме оператор перед началом полета проектирует полетное задание в специальном программном обеспечении, установленном на оборудование для управления полетом [1].

Перечень популярных программ для управления полетами БПЛА представлен на рисунке 3 [17].



Рис. 3. Программы для управления БПЛА

По результатам сравнительного анализа для управления БПЛА было выбрано мобильное приложение Pix4DCapture, т.к. данная программа предоставляется пользователям бесплатно, обладает удобным и понятным интерфейсом, совместима с БПЛА производства таких крупнейших мировых производителей, как DJI, Parrot и Yuneec [16].

После выполнения аэрофотосъемки полученные снимки необходимо обрабатывать. На сегодняшний день наиболее популярными программными комплексами для осуществления фотограмметрической обработки являются следующие программы [2]:

- Agisoft Metashape;
- Reality Capture;
- TrimbleUASMaster;
- Trimble INPHO;
- Pix4Dmapper.

Для фотограмметрической обработки аэрофотоснимков, полученных при съемке с использованием БПЛА, предлагается использовать программный комплекс российского производства Agisoft Metashape. В условиях активизации процесса импортозамещения на территории РФ Agisoft Metashape является хорошим российским аналогом, позволяющим решать все основные фотограмметрические задачи в области геодезии и кадастра [14].

На данный момент специалистами в сфере геодезии и кадастра используются следующие основные методы съемки с использованием БПЛА [13, 15, 17]:

- метод опорных точек;

- кинематика в режиме реального времени (РТК);
- кинематика в постобработке (РРК).

Для выполнения аэрофотосъемки методом опорных точек, при котором на этапе подготовительных работ создается сеть плано-высотного обоснования (ПВО), лучше всего использовать БПЛА модели DJI Mavic 3.

Для работы в режимах РТК/РРК наиболее эффективным является БПЛА модели DJI Matrice 300 RTK. Кадастровые инженеры, работающие в качестве индивидуальных предпринимателей, а также небольшие фирмы, занимающиеся кадастровыми и геодезическими работами, для работы в РТК или РРК режимах могут использовать модифицированные компанией Topodrone БПЛА производства DJI, которые дешевле профессиональных моделей [15].

Ортофотопланы и пространственные модели, полученные в результате съемки с применением БПЛА позволяют оперативно решать следующие задачи [3, 12]:

- выявлять «самозахваты» и нерационально используемые ЗУ, что позволит пополнить бюджет региона за счет штрафов и устранять нарушения в сфере земельного законодательства;
- проводить уточнение границ ЗУ, что позволит государственным органам получить точные сведения о площади ЗУ, что необходимо для целей налогообложения;
- выявлять и исправлять реестровые ошибки;
- при помощи 3D-модели здания можно определить его пространственное положение в местной системе координат, вычислить занимаемую им площадь на ЗУ, определить количество этажей и его высоту;
- определять координаты характерных точек ЗУ по ортофотоплану или пространственной модели.

На рисунке 4 представлен пример создания 3D-модели здания на территории города Новосибирска для целей кадастра с использованием метода опорных точек.



Рис. 4. Основные этапы формирования 3D-модели здания при выполнении фотограмметрических работ методом опорных точек

Использование метода опорных точек при выполнении аэрофотосъемки является довольно трудоемким, т.к. исполнителю работ необходимо заложить сеть ПВО на этапе подготовительных работ, поэтому все больше растет популярность аэрофотосъемки в RTK/PPK режимах [11]. Применение БПЛА со встроенным ГНСС-приемником и работающим в режиме RTK или PPK позволяет минимизировать количество точек ПВО, что позволяет сэкономить как минимум 75% времени, затрачиваемого на подготовительные работы и аэрофотосъемку [4]. На рисунке 5 представлена технологическая схема сбора и обработки данных с использованием БПЛА в случае выполнения съемки в RTK или PPK режимах.

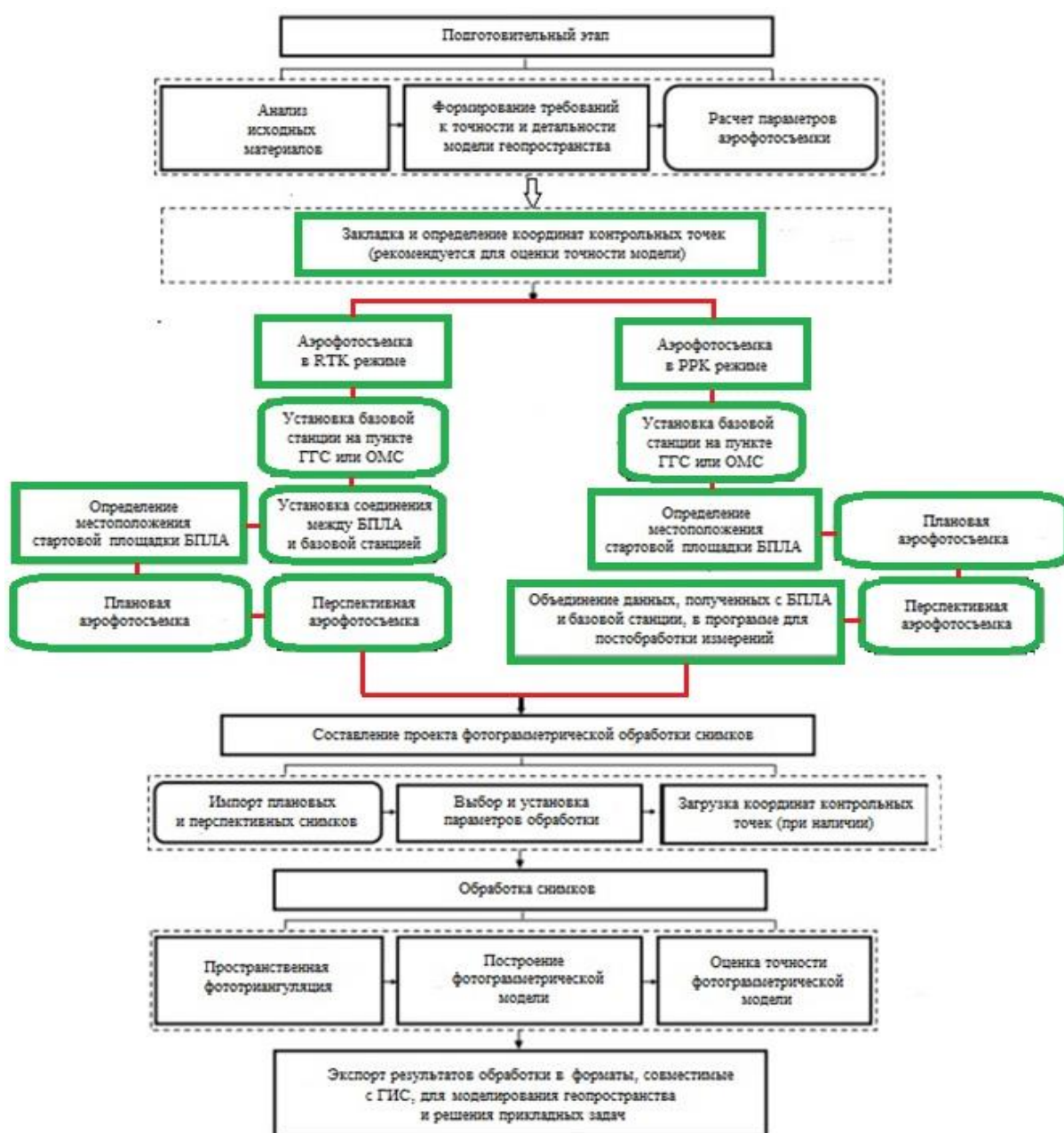


Рис. 5. Технологическая схема сбора и обработки данных аэрофотосъемки в RTK и PPK режимах с использованием БПЛА для моделирования геопространства

Также при работе в RTK режиме уменьшается время обработки аэрофотоснимков, т.к. геопривязка снимков к местной системе координат осуществляется во время полета БПЛА.

Таким образом, использование БПЛА для проведения аэрофотосъемки в режимах RTK и РРК позволяет значительно сократить время выполнения кадастровых работ и оптимизировать процесс обработки полученных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аврунев, Е.И. Оценка точности 3D-моделей, построенных с использованием беспилотных авиационных систем / Е. И. Аврунев, Х. К. Ямбаев, О. А. Оприцова, А. В. Чернов, Д. В. Гоголев. – Текст: электронный // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 3. – С. 211–228. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tochnosti-3d-modeley-postroennyh-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-aviatsionnyh-sistem> (дата обращения 17.04.2022). – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Cyberleninka.

2. Акматов, Д. Ж. Обзор программ для обработки данных аэрофотосъемки / А. А. Тихонов, Д. Ж. Акматов. – Текст: электронный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – № 12. – С. 192–198. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-programm-dlya-obrabotki-dannyh-aerofotosemki> (дата обращения 17.04.2022). – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Cyberleninka.

3. Алябьев, А. А. Фотограмметрический метод в кадастровых работах: цифровые стереомодели и ортофотопланы / А. А. Алябьев, К. А. Литвинцев, Е. А. Кобзева. – Текст: электронный // Геопрофи. – 2018. – № 2. – С. 4–8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-stereomodeley-dlya-effektivnogo-munitsipalnogo-upravleniya-territoriey> (дата обращения 17.04.2022). – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Cyberleninka.

4. ДроноМания: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://dronomania.ru/faq/zakon-o-bespilotnikah.html#i-4> (дата обращения: 23.04.2022). – Текст: электронный.

5. Российская Федерация. Законы. Воздушный кодекс Российской Федерации: ВК : текст с изменениями и дополнениями на 2 апреля 2022 года : [принят Государственной думой 19 февраля 1997 года : одобрен Советом Федерации 5 марта 1997 года]. - Москва : Эксмо, 2022. - 96 с. - (Актуальное законодательство). - ISBN 978-5-04-160554-4. - Текст : непосредственный.

6. Российская Федерация. Законы. Кодекс об административных правонарушениях Российской Федерации: КоАП : текст с изменениями и дополнениями на 2 апреля 2022 года : [принят Государственной думой 20 декабря 2001 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года]. - Москва : Проспект, 2022. - 800 с. - (Актуальное законодательство). - ISBN 978-5-392-36667-5. - Текст : непосредственный.

7. Российская Федерация. Законы. Уголовный кодекс Российской Федерации: УК : текст с изменениями и дополнениями на 20 февраля 2022 года : [принят Государственной думой 24 мая 1996 года : одобрен Советом Федерации 5 июня 1996 года]. - Москва : Эксмо, 2022. - 416 с. - (Актуальное законодательство). - ISBN 978-5-04-160637-4. - Текст : непосредственный. Конференция стран СНГ и Балтии: [Электронный ресурс]: пресс-центр / Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. – Москва., 2012 г. – URL: <http://rosreestr.ru/press/broadcast>, свободный (дата обращения: 25.01.2012 г.).

8. Российская Федерация. Постановление. Об утверждении Положения о Федеральном агентстве воздушного транспорта: Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 N 396: [утверждено Правительством РФ 30 июля 2004 года]. – Текст: электронный // Консультант-Плюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48723/ (дата обращения: 12.04.2022). – Режим доступа: Банк документов.

9. Российская Федерация. Постановление. Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30

килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 25.05.2019 N 658: [утверждено Правительством РФ 25 мая 2019 года]. – Текст: электронный // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_325695/1e5660b8475a81afce89db47c36de56a2d85f02e9/#dst100011/ (дата обращения: 12.04.2022). – Режим доступа: Банк документов.

10. Российская Федерация. Постановление. Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 N 138: [утверждено Правительством РФ 11 марта 2010 года]. Текст: электронный // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98957/ (дата обращения: 12.04.2022). – Режим доступа: Банк документов.

11. Хлебникова, Т. А. Экспериментальные исследования точности построения фотограмметрической модели по материалам БПЛА / Т. А. Хлебникова, О. А. Оприцова, С. М. Аубакирова. – Текст: электронный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 32–37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36832853> (дата обращения 14.04.2022). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

12. Чернов, А. В. Моделирование пространственных объектов недвижимости в 3D кадастре / А. В. Чернов. – Текст: электронный // Современные вопросы землеустройства, кадастра и мониторинга земель: материалы региональной научно – практ. конф., 26 нояб. 2016 г. / отв. ред. А. М. Олейник. – Тюмень: ТИУ, 2016. – С. 190–199. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27616716> (дата обращения 17.04.2022). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

13. Чернов, А.В. Исследование вариантов построения 3D-модели объектов недвижимости для целей кадастра / А. В. Чернов. – Текст: электронный // Вестник СГУГиТ. 2018. Т.23. № 3. С. 192–210. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35645768> (дата обращения 17.04.2022). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

14. Agisoft: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.agisoft.com/> (дата обращения: 15.04.2022). – Текст: электронный.

15. DJI BLOG: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://dji-blog.ru/> (дата обращения: 17.04.2022). – Текст: электронный.

16. PIX4D: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.pix4d.com/ru/produkt/pix4dcapture> (дата обращения: 15.04.2022). – Текст: электронный.

17. SenseFly Russia: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://sensefly.aero/> (дата обращения: 24.04.2022). – Текст: электронный.

© В. А. Зазулин, А. В. Ершов, А. В. Чернов, 2022