

УДК 528.88  
DOI: 10.12737/22134

А.В. Флоров, А.В. Залецкий, Р.А. Урванцев

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА БАЗЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ И МОНИТОРИНГОВЫХ НУЖД ГОРОДА

Предлагается интегрирование существующих информационных систем муниципальных образований на основе пространственной информации, полученной при помощи современного инструмента дистанционного зондирования Земли - беспилотного аппарата дистанционного зонди-

рования (БДЗ), для повышения экономической эффективности управления ресурсами.

**Ключевые слова:** ГИС, экономическая эффективность, управление, мониторинг, беспилотный аппарат дистанционного зондирования, БДЗ.

A.V. Florov, A.V. Zaletsky, R.A. Urvantsev

## INVESTIGATIONS OF COST-EFFECTIVENESS IN REMOTE SENSING APPLICATION BASED ON PILOTLESS AVIATION SYSTEMS FOR MANAGEMENT AND MONITORING TOWN NEEDS

In the paper is considered a possibility of remote sensing application on the basis of pilotless aviation systems for management and monitoring needs and the substantiation of cost-effectiveness of these measures. The investigation is based on the own long-term skill of practical operation of Supercam pilotless air-survey complexes and also on the analysis of market and cases with the successful use of results of the Earth pilotless remote sensing for town needs. A current market of the Earth pilotless remote sensing in Russia, suppliers and consumers of this service are analyzed. Besides, in this paper are considered kinds of payload specified for a pilotless vehicle (PV) for the Earth remote sensing, potentialities of modern systems.

There is carried a computation of costs for the formation of a data support department of remote sensing with PV and assurance of its functioning in the course of a year for needs of a municipal district. An example of the successful use of pilotless aerial photography for the needs of the Zvenigorod municipal formation. The cost-effectiveness of new technology introduction is proved. The data advantages of the Earth remote sensing with high resolution for effective management solution-making in municipal formations are shown.

**Key words:** cost-effectiveness, management, monitoring, pilotless vehicle (PV) of remote sensing, PVRS.

### Введение

Современный город - это сложная интеллектуальная среда компактного проживания населения. Городская среда постоянно изменяется, совершенствуется, появляются новые технические решения. Для эффективного управления городом существует множество информационных систем, предназначенных для учета изменений, мониторинга изменений и помощи в принятии верных управленческих решений. Часто информационные системы разных ведомств города дублируют информацию: она хранится в разных форматах, полученных в разные периоды. Иногда необходимая информация отсутствует из-за сложности учета и контроля в разрознен-

ных системах, исполнителям сложно устранить такие расхождения. Данная проблема не позволяет взаимодействовать в едином информационном поле всем службам и ведомствам города, теряется оперативность и эффективность принятия управленческих решений. Качественная и оперативная пространственная информация, используемая в геоинформационной системе, может служить основой для объединения всех существующих инструментов управления, улучшить инвестиционный климат, повысить налоговые поступления, способствовать эффективному управлению муниципальными ресурсами.

Основным инструментом дистанционного зондирования Земли являются космические аппараты. Их эффективное применение возможно при благоприятных погодных условиях, где не требуется высокое разрешение, что экономически целесообразно для больших площадей съемки невысокого разрешения. Беспилотный аппарат дистанционного зондирования (БАДЗ) является частью аэрокосмической отрасли из-за применения спутниковых бортовых систем позиционирования и других технологических решений.

На 2015 - 2020 годы» запланированы такие мероприятия, как [1]:

1. Создание и координация внедрения отечественных программно-

### Дистанционное зондирование Земли

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) заключается в наблюдении поверхности Земли специальными аппаратами с воздуха. Данные дистанционного зондирования, полученные космическими средствами, являются основным источником для решения задач государственного и муниципального управления. Даже максимальное разрешение космических снимков не позволяет решать обозначенные задачи. Кроме того, космические снимки хорошего качества закупаются у зарубежных коммерческих структур, так как отечественные аппараты уступают в своих возможностях. В условиях влияния экономических санкций на российскую экономику остается актуальным вопрос импортозамещения геоинформационных услуг зарубежных компаний на отечественные технологии с применением БАДЗ.

Дистанционное зондирование Земли при помощи БАДЗ позволяет получать пространственную информацию высокого разрешения в видимом и инфракрасном спектре, осуществлять мультиспектральную съемку, а также видеомониторинг в режиме реального времени, анализ при помощи установленных датчиков утечек метана, обнаружение радиационного загрязнения. Интеграция пространственных данных высокого разрешения позволит упорядочить и выявить пробелы и несоответствия в существующих информацион-

технологических платформ и геоинформационных систем в качестве базовых для решения задач государственного и муниципального управления.

2. Разработка и реализация межведомственных и межрегиональных пилотных проектов на основе комплексного использования результатов космической деятельности в целях создания типовых космических продуктов (услуг), механизмов, регламентов и решений для государственных и муниципальных нужд, обеспечение их готовности к тиражированию в необходимых масштабах, в том числе в целях социально-экономического развития регионов и др.

ных системах, таким образом повысив управляемость и экономическую эффективность городских ресурсов. Рассмотрим детально сферы возможного применения беспилотного дистанционного зондирования Земли.

Рынок услуг дистанционного зондирования на базе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в России представлен несколькими крупными компаниями, которые также производят данные системы. Это такие компании, как ООО «СТЦ», группа компаний Zala Aero входящая в концерн «Калашников», группа компаний «Беспилотные системы», компания «Птеро», компания «Геоскан» и др. Стоит отметить, что группы компаний «Беспилотные системы» и Zala Aero производят схожие БПЛА самолетного типа, оснащенные электродвигателями. Они обладают повышенной надежностью, повышенным временем полета, лучшими техническими характеристиками для своего класса, превосходя в том числе и зарубежные аналоги. В настоящее время появляется все больше малых компаний, которые осваивают новую технологию для реализации несложных проектов, - это при том, что существует масса препятствий на пути популяризации технологии. Большие компании владеют всеми необходимыми лицензиями для официального ведения деятельности по дистанционному зондированию. В

портфелях их заказов такие структуры и крупные компании, как: МЧС, МВД, Минприроды, ОАО «Газпром, ОАО «Рос-

нефть», ПАО «Лукойл», ОАО «АК «Транснефть», муниципальные образования и др.

### Виды полезной нагрузки, устанавливаемой на БПЛА для дистанционного зондирования

Применение бортовой фотокамеры с возможностью координирования центров фотографий (рис. 1) позволит:

- регулярно обновлять плановую картографическую информацию в масштабах от М 1:500 и мельче;
- вести контроль строительства и эксплуатации объектов инфраструктуры, недвижимости;
- вести контроль технического состояния объектов топливно-энергетического комплекса;

- вести контроль засоренности урбанизированных и лесопарковых территорий;

- проводить статистическую оценку загруженности (в разное время суток) дворов и прилегающих территорий автомобильным транспортом;

- контролировать использование территорий промышленных предприятий и территорий коммерческого применения;

- проводить инвентаризацию дачных и поселковых территорий, контроль использования земель и построек.



Рис. 1. Установка фотокамеры на беспилотный аэрофотосъемочный комплекс Supercam S350

Тепловизионная беспилотная съемка (рис. 2) позволит:

- контролировать исправность энергетических объектов (котельных, теплотрасс, электростанций, воздушных линий электропередачи, отдельных элементов машиностроительных предприятий);

- анализировать тепловые утечки городских построек;

- выявлять на ранних стадиях очаги возгорания на лесопарковых территориях;

- выявлять тепловые загрязнения водоемов.

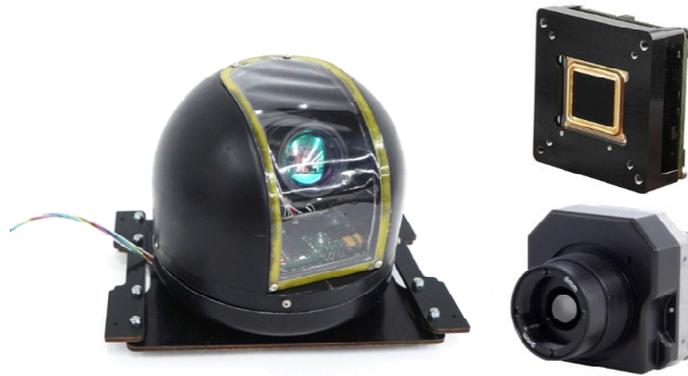


Рис. 2. Тепловизионная камера на гиростабилизированном подвесе (ГК «Беспилотные системы») для установки на БПЛА

Мультиспектральная съемка (рис. 3) высокого разрешения позволит проводить:

- анализ лесопарковых территорий;
- оценку лесопатологического состояния городских насаждений;
- диагностику заболеваний на уровне единичного дерева;

- оценку приживаемости высаженных деревьев и кустарников на урбанизированных территориях.

На платформу беспилотного летательного аппарата можно устанавливать любую другую аппаратуру, сферы применения которой более специфичны.



Рис. 3. Мультиспектральная камера Tetracam, применяемая на БПЛА ГК «Беспилотные системы»

### Обоснование экономической эффективности применения беспилотного зондирования для нужд города

Наиболее востребованная пространственная информация о городе - это актуальная картографическая информация высокого разрешения. Современный беспилотный аппарат дистанционного зондирования несложен в управлении, требования к квалификации исполнителя минимальные, что не требует больших вложений в обучение персонала.

Есть два варианта применения БАДЗ для нужд муниципальных образований. Первый вариант - это привлечение существующих компаний, оказывающих услуги в сфере дистанционного зондирования на основе беспилотных авиационных систем. Второй вариант - приобретение данных систем администрацией муниципальных образований, что потребует также создания рабочей группы по эксплуатации техники. Внедрение технологии дистанционного зондирования на основе БПЛА в муниципальных образованиях возможно при ее легаль-

ности, заинтересованности властей и общественных организаций, а также доказанной экономической эффективности для обоснования выделения средств из бюджета.

Для организации отдела обеспечения пространственной информацией или создания специализированной компании необходимо наличие в штате двух отделов - полевого (1 руководитель, 2 специалиста) и камерального (1 руководитель, 1 специалист), а также 1 бухгалтер. На начальной стадии существования фирмы (период 1 год) предполагается закупка 2 комплексов БПЛА, в которые входят:

- 2 летательных аппарата с блоками антенн, НСУ, ЗУ, ЗИП;
- геодезическое оборудование (2 наземных и 1 бортовой приёмник, ПО);
- полезная нагрузка (1 фотоаппарат, 1 ИК-камера, 1 HD-камера).

Также необходимы приобретение 2 служебных автомобилей (Lada Largus), аренда офиса, закупка оргтехники. Рассмотрим размер капиталовложений, ориентируясь на среднерыночные цены (табл. 1, 2).

Таблица 1

Расчёт расходов на оплату труда сотрудников отдела обеспечения пространственной информацией

Персонал	Количество	Средний оклад, руб.	Годовой ФОТ без налогов, руб.
Директор	1	100 000	1 200 000
Руководители	2	80 000	960 000
ИТР	4	60 000	720 000
Итого			4 089 600

Таблица 2

Расчёт расходов на содержание отдела, или компании

Виды затрат	В месяц, руб.	В год, руб.
Аренда офиса	50 000	600 000
Закупка оргтехники		300 000
Автотранспорт, разовое		1 200 000
Автотранспорт, ежемесячно	50 000	600 000
ПО, ИТ поддержка	25 000	300 000
Закупка комплексов БПЛА		7 000 000
Зарплата персоналу		4 089 600
Итого		14 089 600
Включая амортизацию*		15 000 000

Таким образом, ежемесячные вложения в фирму, равные минимальному ежемесячному доходу (без учёта коммерческой прибыли), будут составлять 1 250 000 руб.

Таблица 3

Возможный ежемесячный объём работ отдела на примере оборудования Supercam (ГК «Беспилотные системы»)

Виды работ	Количество полётов	Площадь съёмки, кв.км	Результат работ
Аэрофотосъёмка + камерал. обработка	10 - 15	200 – 300	Ортофотоплан, 3D-модель местности, координаты точек с точностью 20 см
Мониторинг HD - и ИК-камерами + анализ	5 - 10	200 – 300	Количественные и качественные характеристики объектов

Предполагаемый ежемесячный объём работ (табл. 3) позволит обслуживать до 10 городских округов Московской области. Содержание рассматриваемой организации или отдела можно распределить на всех

заинтересованных юридических лиц. В этом случае затраты одного городского округа не превысят 120 тыс. руб. в месяц, а если подключатся другие организации,

например МЧС, Росреестр и т.д., то сумма может значительно снизиться.

Рассмотрим окупаемость вложений на примере беспилотной аэрофотосъемки в г. Звенигороде для муниципальной геоинформационной системы. По информации, предоставленной администрацией муниципального образования, было принято решение создать единую муниципальную геоинформационную систему. Было разработано техническое задание, выполненное подрядной организацией за 16 миллионов рублей. Работы начались 23 апреля 2015 г. и закончились 1 октября 2015г. По сообщению подрядной организации, на беспилотную аэрофотосъемку было потрачено 2,5 миллиона рублей, а площадь съемки составила около 52 квадратных километров [2].

В результате комплексных работ по созданию модулей управления землей, земельного контроля, управления имуществом, учета налогов, графического модуля (ГИС-портала) и применения высокоточ-

### Заключение

Устойчивое развитие города, планирование его жизнедеятельности и повышение экономической эффективности существующих возможностей требуют наличия геоинформационной системы и качественной пространственной информации высокого разрешения. Существующие программы развития в России не учитывают новые технологические возможности беспилотных авиационных систем с установленным оборудованием для дистанционного зондирования Земли. Реализованные проекты с применением таких систем показали свою экономическую эффективность. Основные опасения приверженцев традиционных технологий вполне обоснованы. Это касается безопасности полетов

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. План мероприятий на 2015 - 2020 годы по реализации Основ государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года - URL:

ных данных беспилотного дистанционного зондирования налоговые поступления повысились на 127 275 000 рублей по сравнению с аналогичным периодом 2014 года (прирост составил 110%). Объем информации по имуществу, загруженной в систему, составил более 30 000 объектов, из которых более 9000 - информация по земельным участкам. Было выявлено, что около 800 земельных участков не имеют правообладателей, и только благодаря новым возможностям геоинформационной системы многие собственники были найдены. Это позволило повысить налоговые начисления муниципального образования.

Работа инспекторов земельного контроля стала намного эффективнее и проще. С помощью мобильного приложения на планшете можно непосредственно во время выездной проверки сверить ситуацию с качественным ортофотопланом, а также найти по участку все прикрепленные сведения.

над городом, повышенной секретности пространственной информации высокого разрешения и др. В результате городская администрация в лучшем случае работает с зарубежными спутниковыми снимками или пользуется сервисами Яндекс и Гугл Карты совместно с топографической съемкой прошлого века. Топографическая съемка наземными методами в десятки раз дороже беспилотного дистанционного зондирования. Она отображает объекты схематически, и часто необходимая информация попросту отсутствует. Такие разрозненные и неполные пространственные материалы не могут служить основой для эффективного управления ресурсами города и мониторинга.

<http://government.ru/media/files/7SkIaTXXCX1yfvnuVvxwkP4aXP54TTcgR.pdf>.

2. Горелова, Е. Как уральский геодезист зарабатывает на ошибках госструктур / Е. Горелова. - URL: <http://www.vedomosti.ru/management/articles/2016/03/17/634081-geodezist-zarabativayet>.

1. Plan of measures for 2015 - 2020 on the realization of the Fundamentals of state policy in the field of space activity results use in the interests of economy modernization in the Russian Federation and its regions development for the period up to 2030 - URL:

<http://government.ru/media/files/7SkIaTXXCX1yfvnuBvxwkP4aXP54TTcgR.pdf>.

2. Gorelova, E. How Ural land-surveyor earns on the errors of state structures / E. Gorelova. - URL: <http://www.vedomosti.ru/management/articles/2016/03/17/634081-geodezist-zarabativaet>.

*Статья поступила в редколлегию 11.07.2016.*

*Рецензент: д.т.н., профессор  
Кабак И.С.*

#### Сведения об авторах:

**Флоров Алексей Вадимович**, младший научный сотрудник, ИКТИ РАН, тел.: +7(926) 135-87-82, e-mail: [florovaleksey@mail.ru](mailto:florovaleksey@mail.ru).

**Залецкий Александр Васильевич**, магистр по направлению «Землеустройство и кадастры» Московского государственного университета геодезии и картографии, руководитель проектов группы компаний «Беспилотные системы», тел.: +7(925) 027-65-34, e-mail: [zaleksanderz@gmail.com](mailto:zaleksanderz@gmail.com).

**Урванцев Роман Алексеевич**, вед. инженер-картограф ГК «Беспилотные системы» ООО «Финко» тел.: +7(912) 444-09-27, e-mail: [urvancev\\_roman@mail.ru](mailto:urvancev_roman@mail.ru).

**Florov Alexey Vadimovich**, junior researcher, IKTI RAS, тел.: +7(926) 135-87-82, e-mail: [florovaleksey@mail.ru](mailto:florovaleksey@mail.ru).

**Zaletsky Alexander Vasilievich**, Master of the field "Land Surveying & Cadastres", Moscow State University of Geodesy and Cartography, head of projects of company group "Pilotless Systems", тел.: +7(925) 027-65-34, e-mail: [zaleksanderz@gmail.com](mailto:zaleksanderz@gmail.com).

**Urvantsev Roman Alexeyevich**, principal engineer-cartographer SC "Pilotless Systems" "Finko" Co., Phone: +7(912) 444-09-27, e-mail: [urvancev\\_roman@mail.ru](mailto:urvancev_roman@mail.ru).