

# Подготовка территории под строительство на основе фотограмметрической информации и информационного моделирования

И.А. Савельев<sup>1</sup>, А.Г. Макароничев<sup>2</sup>, К.Н. Лошков<sup>3</sup>, В.С. Молостов<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург,  
Политехническая ул., 29

Информация о статье      обзор

## Аннотация

*Подготовка территории под строительство является важным элементом при освоении территории, поэтому данному вопросу уделяется большое значение. Снизить материальные и временные затраты на обоснование мероприятий по подготовке территории под строительство на предпроектном этапе позволяет использование современных средств сбора информации и ее обработки методом информационного моделирования. Данная статья посвящена созданию цифровой модели местности на основе фотограмметрической информации и информационного моделирования. В ходе работы была проведена аэросъемка с беспилотного летательного аппарата (БПЛА). На основе фотограмметрической обработки результатов съемки разработана 3Д модель местности и создана эскизная модель обустройства территории. При обработке данных и создании модели были использованы такие программные продукты как AutodeskReCap, AutodeskCivil 3d и Revit. Опыт использования фотограмметрической информации позволяет сделать вывод об высокой эффективности и низкой трудозатратности данного метода, по сравнению с традиционными методами изыскания территории.*

Ключевые слова:      фотограмметрия , 3д модели рельефа и объектов местности , цифровая модель рельефа , аэрофотосъемка , геодезия

## Содержание

1.	Введение	8
2.	Материалы и методы	9
3.	Результаты и обсуждение	11
4.	Заключение	13

### Контактный автор:

1. +79811888165, ilyasavelyev98@mail.ru (Савельев Илья Андреевич, студент)
2. +7(931)3000767, forward\_andrey@inbox.ru (Макароничев Андрея Григорьевич, студент)
3. +7(981)7218644, Kutubalalaska@gmail.com (Лошков Константин Николаевич, студент)
4. +7(912)252-75-08, joincore8@gmail.com (Молостов Виктор Сергеевич, студент)

## 1. Введение

Освоение рельефа территории будущего строительства является неотъемлемой частью любого строительного производства, поэтому данному вопросу уделяется большое значение. Снизить материальные и временные затраты на обоснование мероприятий по подготовке территории под строительство на предпроектном этапе позволяет использование современных средств сбора информации и ее обработки методом информационного моделирования. Объектом исследования является участок во Всеволожском районе Ленинградской области, предназначенный для жилищной застройки малоэтажными домами. В настоящей работе использованы методы аэросъемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и фотограмметрии для сбора информации об объекте исследования.

Аэросъемка – это фото или видео съемка поверхности земли, объектов и сооружений с высоты от сотен метров до десятков километров с помощью аппаратуры для фото- видеокамер, которые устанавливаются на атмосферном летательном аппарате.

С появлением и быстрым широким распространением БПЛА и технической возможности дистанционного радиоуправления, а также автопилотирования возможности аэросъемки значительно выросли и получили широкую доступность. Она превратилась из дорогостоящего уникального инструмента дистанционного зондирования в удобный, скоростной, простой в использовании, чрезвычайно дешевый, по сравнению с традиционными методами, способ получения информации о территории и объектах на ней. Воздушная съемка территории наряду со множеством достоинств обладает высокой гибкостью и интерактивностью при проведении работ в режиме реального времени.

Фотограмметрия — научная и практическая область анализа и обработки изображения, которая занимается определением формы, размеров, ориентации, положения и иных характеристик объектов по их фотоизображениям. Фотограмметрия применяется в основном при создании по снимкам карт и планов Земли - фототопография, и решении прикладных задач в минералогии, архитектуре, строительстве, медицине, почвоведении, археологии и т. д. – прикладная, наземная фотограмметрия.

В наиболее простом случае координаты точек исследуемого или контрольного объекта в пространстве определяют с помощью измерений, которые выполняются по двум или более фотографиям, снятым из разных положений. На каждом снимке определяют общие точки, принадлежащие объекту и по пересечению лучей, проведенных от местоположений камеры до выбранной точки, определяют ее положение в пространстве. Эти данные могут быть полезны при воссоздании пространственных координат точек и их взаиморасположении друг относительно друга.

В настоящее время фотограмметрия широко используется для быстрого получения качественной информации о природных объектах и урбанизированных территориях, как основы для последующего информационного моделирования и принятия решений.

Основам формирования природно-аграрных систем посвящена статья [1]. В ней Арефьев Н.В. определил сущность природно-аграрных систем и рассмотрел возможности геоинформационной технологии обработки и представления координатно привязанной информации.

В статьях [2, 3, 4, 5] рассматривается применение аэрофотосъемки.

Осенняя А. В. и Корчагина Е.В. в своей статье рассматривают преимущества и недостатки применения лазерных сканирующих систем авиационного базирования [4].

Статья Павлова В.И. посвящена применению аэрофотосъемки для решения гравиметрических задач. В своей статье [7] Павлов В.И. дает подробный анализ геодезических задач в гравиметрической съемке крупного масштаба и их решение фотограмметрическим методом.

Исследование обработки результатов аэрофотосъемки и точности определения координат описано в статьях [8, 9].

В работе Никольского Е.К., Королёва Н.Ю. представлено исследование определения возможностей применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для аэрофотосъемки земельных участков с позиций технологии и точности позиционирования. При трансформировании, обработке снимков и создании цифровой модели местности использовалось программное обеспечение Agisoft Photoscan

Перспективам развития фотограмметрии и дронокартографии посвящены статьи Стешина И.С. [6] и Антипова И.Т. [11].

Пределы точности DEM и DSM получаемых при помощи БПЛА рассмотрены в статьях [14, 16, 19].

Статья Guo Q., Li W., Alvarez O. нацелена на подсчет влияния точечных вариаций (измеренных коэффициентом изменения высоты, TIN) и плотности отбора проб светоизмерителем на точность DEM (Digital Elevation Model), полученную из нескольких методов интерполяции при различных пространственных разрешениях [14].

Исследование Aguera-Vega F., Carvajal-Ramirez F., Martinez-Carricondo P. заключается в определении влияния высоты полета, морфологии местности и количества наземных контрольных точек (GCP) на цифровую

модель поверхности (DSM) и точность ортоизображения, полученных с использованием фотограмметрии беспилотного летательного аппарата (БПЛА) [16].

Работа Hlotov V., Hunina A., Siejka Z. подтверждает возможность создания крупномасштабных высокоточных ортофотопланов с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА) Trimble-UX5 [19].

Возможности лазерного анализа поверхности описаны в работах [15, 24].

Работа Kanashin N.V., Nikitchin A.A., Svintsov, E.S. описывает опыт использования технологий наземного лазерного сканирования во время реконструкции дворцового моста в Санкт-Петербурге [15].

Результаты исследования K. Bakula, P. Kupidura, L. Jelowicki показали, что мультиспектральные данные ALS (Airborne Laser Scanning) отличаются от типичных многоспектральных оптических изображений, и они имеют большой потенциал для классификации покрова земли [24].

Сравнение и описание возможностей взаимного использования БПЛА и GNSS проведены в статьях [17, 18].

Mozas-Calvache A.T., Perez-Garcia J.L. сравнивают горизонталы, полученные из двух источников: глобальной навигационной спутниковой системы - кинематической съемки в реальном времени (GNSS-RTK) и фотограмметрический проект полученный с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА) [17].

В статье Smaczynski M., Medynska-Gulij B. предлагается использование технологии беспилотных летательных аппаратов и привязка полученных изображений к сети контрольных точек, созданной с помощью технологии GNSS [18].

Практическое применение фотограмметрических исследований с помощью БПЛА в народном хозяйстве и инженерной деятельности описано в статьях [20, 21, 22, 23, 25].

В исследовании Montealegre A.L., Lamelas M.T., Riva J. шесть процедур интерполяции были протестированы при различных видах земного покрова и шероховатости грунта для создания набора DEM с пространственным разрешением 1 и 2 м. необходимых в лесном хозяйстве [20].

Статья Jaud M., Dantec N., Delacourt C., Grandjean P. демонстрирует потенциал легких БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) для мониторинга осадочной гидродинамики в разных пространственных масштабах в ильном устье [21].

В работе S. Samanovic, D. Medak, D. Gajski приведена рекомендация по выбору геоморфометрического алгоритма наименьшего изменения DTM (Digital Terrain Model). Рекомендация дана для выбора наиболее приемлемого метода для каждого типа площади на основе сравнения исходных точек возвышения с точками места в созданной DTM [22].

Becker D., de Andrés-Herrero M., Weniger G., Bareth G. анализируют применение алгоритма расчета расстояний на основе ГИС (CDM) для моделирования и анализа доисторических объектов в Андалусии [23].

Работа Taddia Y., Zambello E., Simeoni U., Russo P. представляет собой подход к долгосрочному мониторингу сложной дюнной системы с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) [25].

Цель работы заключается в создании цифровой модели рельефа, которая впоследствии будет использоваться при обосновании решений по инженерной подготовке территории под строительство. Для этого были поставлены следующие задачи:

1. проведение аэросъемки территории
2. фотограмметрическая обработка результатов съемки
3. разработка 3D модели местности
4. эскизная модель обустройства территории

## 2. Материалы и методы

### Текст

Объект исследования представляет собой участок во Всеволожском районе Ленинградской области. Участок находится в частной собственности и относится к категории – «земли поселений». Ситуационный план представлен на рисунке 1. Площадь участка 50 гектаров. Разрешенное использование/ назначение – коттеджная или малоэтажная застройка. В настоящее время участок свободен от застройки и частично покрыт лесом.



Рисунок 1. Ситуационный план

В работе был использован беспилотный управляемый летательный аппарат - квадрокоптер Phantom 3, производитель DJI (Рисунок 2, 3). [13]

Для его законного использования было получено разрешение на полеты органов исполнительной власти Санкт-Петербурга и Генерального штаба ВС России. Также было получено разрешение от ФСБ на съемку территории и проведено рассекречивание данных, которые были получены в ходе съемки. В соответствии с воздушным кодексом Российской Федерации от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 23.05.2016) были получены все необходимые разрешения для полета и съемки с БПЛА.



Рисунок 2. Phantom 3 с подвесом Zenmuse H4-3D и камерой



Рисунок 3. GoPro® Hero4 Пульт радиуправления

Квадрокоптер используется для проведения воздушной съемки в видимом и тепловом диапазоне при обследовании и проведении мониторинга территорий и различных объектов.

Летательный аппарат имеет встроенную GPS и функцию автовозврата (GoHome). С помощью дистанционно управляемого подвеса Zenmuse H4-3D к аппарату крепится камера GoPro®. Подвес имеет 3D-регулирование, стабилизацию и собственный гироскоп. Видеосигнал с камеры передается на дисплей пульта дистанционного управления, которым является дисплей мобильного устройства.

При проведении аэросъемки, необходимо выполнение условия перекрытия (частичного наложения) соседних снимков, т.е. часть территории, снятой на одном снимке, должна быть изображена на последующем. Привязка снимков к пространственным координатам осуществляется с помощью ориентации на объекты имеющие известные координаты, например, геодезические пункты или иные объекты.

В наиболее простом случае координаты точек исследуемого или контрольного объекта в пространстве определяют с помощью измерений, которые выполняются по двум или более фотографиям, снятым из разных положений. На каждом снимке определяют общие точки, принадлежащие объекту и по пересечению лучей, проведенных от местоположений камеры до выбранной точки, определяют ее положение в пространстве. Эти данные могут быть полезны при воссоздании пространственных координат точек и их взаиморасположении друг относительно друга. Как правило, в основе алгоритмов, используемых в фотограмметрии, лежит принцип минимизации суммы квадратов ошибок измерений.

Для фотограмметрической обработки снимком была использована учебная версия AutodeskReCap. Данный программный комплекс поддерживает почти все известные форматы лазерного сканирования, вследствие чего, работы по созданию трехмерной модели, на основе данных лазерного сканирования и фотографиям, упрощаются.

ReCap - облачное решение, поэтому данные фотограмметрии можно выгрузить в облако и иметь доступ к этим данным в любое время. Также использование этого решения почти не затрачивает вычислительные ресурсы компьютера, т.к. вычисления происходят на серверах Autodesk.

После данные из ReCap можно использовать при проектировании. На основе построенной модели можно получать рабочую документацию.

### 3. Результаты и обсуждение

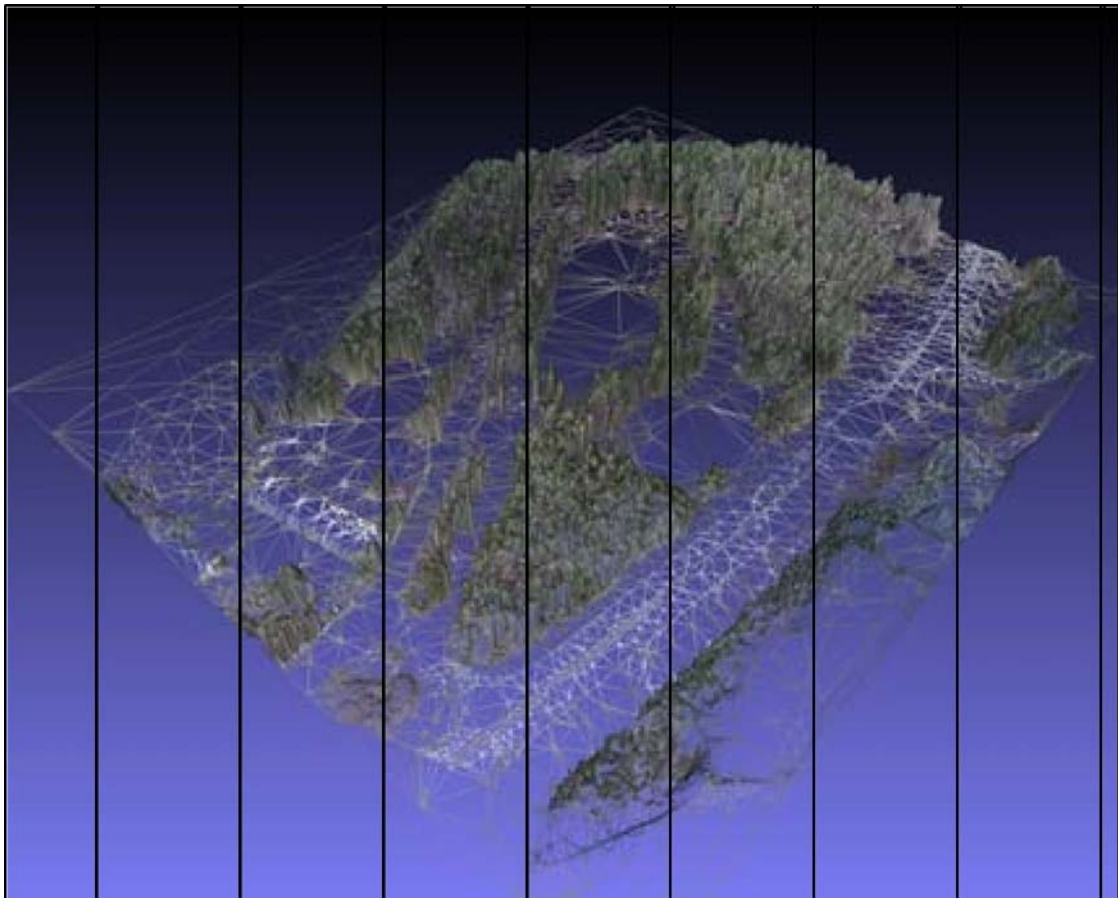


Рисунок 4. Триангуляционная сетка цифровой модели рельефа

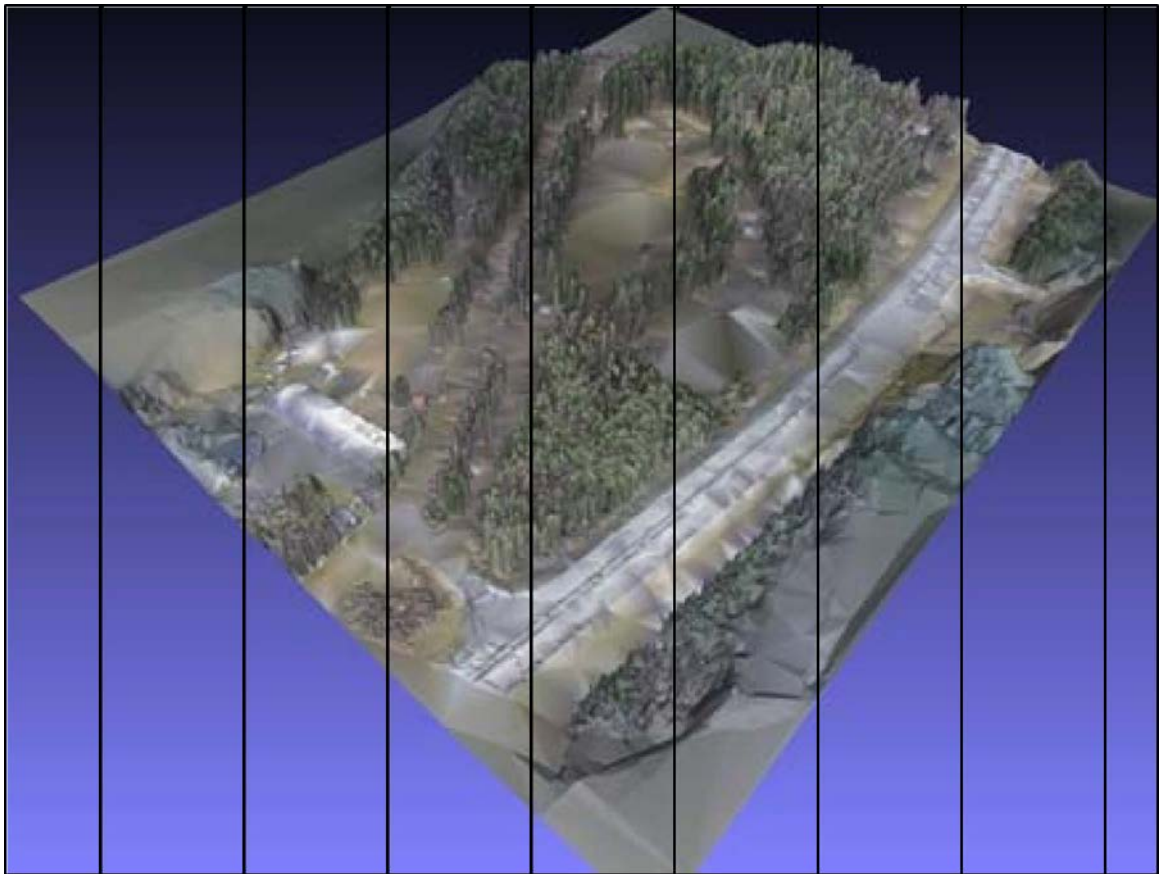


Рисунок 5. Цифровая модель рельефа

Увеличение количества узлов триангуляционной сетки позволяет повысить точность модели, сделать ее более плавной и гладкой. При уменьшении количества узлов рельеф будет построен более грубо и наглядно.

Наличие на исследуемой территории сооружений или деревьев создает дополнительные «высотные точки». Чтобы получить истинную поверхность рельефа, без указанных выше точек, необходимо выполнить фильтрацию исходных данных, в ходе которой деревья, здания и прочие объекты, относящиеся к причинам появления дополнительных «высотных точек» удаляются - происходит фильтрация.

Окончательный вид цифровой модели рельефа представлен на рисунке 6.

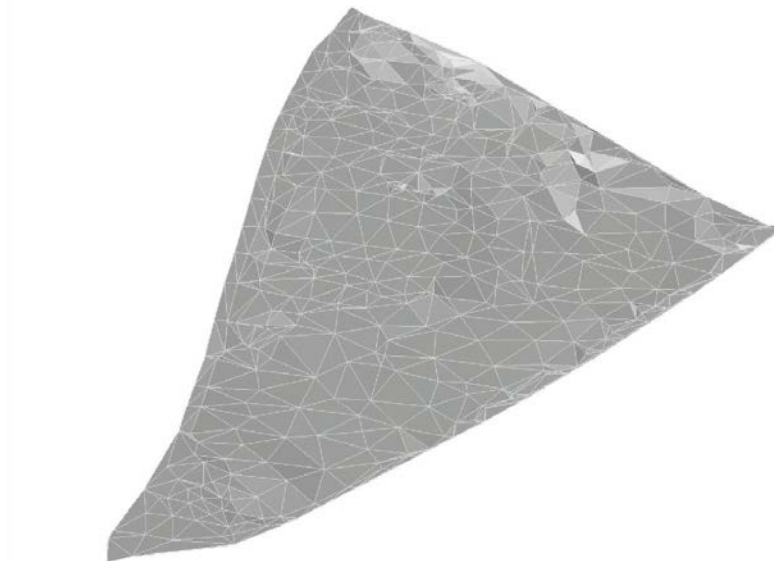


Рис. 6 Истинная цифровая модель рельефа

Полученная цифровая модель рельефа позволяет выполнять проектирование вертикальной планировки территории, подсчета объемов земляных работ (объемов насыпи и выемки), трассировку дорожной сети и коммуникаций, организацию поверхностного стока. Эти и другие работы могут выполняться в Autodesk Civil 3d, где большая часть этих работ происходит в автоматическом режиме без рутинных расчетов.

Также цифровую модель рельефа можно использовать для проектирования и расчетов в программе Revit. Revit — это программа для информационного моделирования застройки территории. С помощью данного программного комплекса можно осуществить моделирование эскиза застройки и территории. Пример данного эскиза представлен на рисунке 7.



Рисунок 7. Эскиз застройки территории

## 4. Заключение

Фотограмметрическое обследование территории помогает собрать данные с большой площади за относительно короткий промежуток времени с меньшими трудозатратами по сравнению с традиционными методами изысканий территории. Данную фотограмметрическую информацию используют для создания цифровой модели рельефа, которую можно в дальнейшем применять при проектировании застройки, создания 3D визуализации объектов ландшафтной архитектуры, урбанизированных систем. Использование автоматизированных программных комплексов при создании и редактировании рельефа снижает количество ошибок в расчетах и ускоряет процесс проектирования.

Ограничением использования аэро-фото-видеосъемки является отсутствие и/или недостаток нормативно-правового регулирования.

### Литература

- [1]. Арефьев Н.В. Основы формирования природно-аграрных систем. Теория и практика. СПб.: Изд-во Политехн. университета, 2011. 532 с.
- [2]. Рыльский И.А. Лазерное сканирование и цифровая аэрофотосъемка: новый уровень детальности // Геоматика. 2015. № 4. с. 53-56.
- [3]. Павлов В.И. Выбор параметров аэрофотосъемки при решении геодезических задач гравиметрической съемки крупного масштаба // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 5. С. 62-67.

### References

- [1]. Arefev N.V. Osnovy formirovaniya prirodno-agrarnyih sistem. Teoriya i praktika [Basis for the formation of natural agrarian systems. Theory and practice]. Saint-Petersburg: Izdatelstvo Politehnicheskogo universiteta, 2011. pp. 532. (rus)
- [2]. Ryl'skiy I.A. Lazernoe skanirovanie i tsifrovaya aerofotos'emka: noviy uroven detalnosti [Laser scanning and digital aerial photography: a new level of detail]. Geomatika. 2015. No. 4. pp. 53-56. (rus)
- [3]. Pavlov V.I. Vyibor parametrov aerofotos'emki pri reshenii geodezicheskikh zadach gravimetricheskoy s'emki krupnogo masshtaba [Selecting the parameters of aerial photography for solving geodetic tasks gravimetric survey of a large

- [4]. Осенняя А. В., Корчагина Е.В. Воздушная лазерная локация и цифровая аэрофотосъемка. Приемы и недостатки метода // Наука. Техника. Технологии. 2015. № 2. с. 42-44.
- [5]. Бабашкин Н.М., Нехин С.С. Топографическая аэрофотосъемка. Современное состояние и перспективы развития // Геодезия и картография. 2015. № 7. с. 36-41.
- [6]. Штешин И.С. Перспективы развития прикладной дронокартография // Academy. 2016. № 2(5). с. 36-40.
- [7]. Павлов В.И. Геодезические задачи в гравиметрической съемке крупного масштаба и их решение фотограмметрическим методом // Геодезия и картография. 2015. № 7. с. 8-13.
- [8]. Никольский Е.К., Королёв Н.Ю. О точности позиционирования при съемке земельных участков беспилотными летательными аппаратами // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2016. № 8. с. 69-72.
- [9]. Михеева А.А. Выбор масштаба аэрофотосъемки для качественного дешифрования объектов разных форм // Вестник Полоцкого государственного университета. 2016. № 8. с. 129-132.
- [10]. Позняк И.И., Полторак А.В., Артемьева Г.С. Сбор геодезических данных лазерного сканирования и фотограмметрии // Славянский форум. 2017. № 2(16). С. 134-140.
- [11]. Антипов И.Т. Развитие фотограмметрии в России // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2010. №5. С. 97-132.
- [12]. Павлов В.И. Геодезические задачи в гравиметрической съемке крупного масштаба и их решение фотограмметрическим методом // Геодезия и картография. 2015. № 7. С. 8-13.
- [13]. Ground Station Wireless Data-link User Manual V 3.02 2014.11 Revision. DJI – 20122014/-48p.
- [14]. Guo Q., Li W., Alvarez O. Effects of topography variability and lidar sampling density on several DEM interpolation methods. Photogrammetric engineering and remote sensing. 2010. No. 6. Pp. 701-712.
- [15]. Kanashin N.V., Nikitchin A.A., Svintsov, E.S. Application of Laser Scanning Technology in Geotechnical Works on Reconstruction of Draw Spans of the Palace Bridge in Saint Petersburg. Procedia Engineering. 2017. No. 189. pp. 393-397.
- [16]. Aguera-Vega F., Carvajal-Ramirez F., Martinez-Carricondo P. Accuracy of digital surface models and orthophotos derived from unmanned aerial vehicle photogrammetry. Journal of Surveying Engineering. 2017. No. 143. pp. 41-47.
- [17]. Mozas-Calvache A.T., Perez-Garcia J.L. Analysis and comparison of lines obtained from GNSS and UAV for large-scale maps. Journal of Surveying Engineering. 2017. No. 143. pp. 47-52.
- [18]. Smaczynski M., Medynska-Gulij B. Low aerial imagery – an assessment of georeferencing errors and the potential for use in environmental inventory. Geodesy and cartography. 2017. No. 66(1). pp. 89-104.
- [4]. Osennyyaya A. V., Korchagina E.V. Vozdushnaya lazernaya lokatsiya i tsifrovaya aerofotos'emka. Priemuschestva i nedostatki metoda [Aerial laser location and digital aerial photography. The advantages and disadvantages of the method]. Nauka. Tehnika. Tehnologii. 2015. No. 2. pp. 42-44. (rus)
- [5]. Babashkin N.M., Nehin S.S. Topograficheskaya aeros'emka. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya [Topographic aerial survey. Current state and prospects of development]. Geodeziya i kartografiya. 2015. No. 7. pp. 36-41. (rus)
- [6]. Steshin I.S. Perspektivy razvitiya prikladnoy dronokartografiya [Prospects for the development of applied dronocardiography]. Academy. 2016. No. 2(5). pp. 36-40. (rus).
- [7]. Pavlov V.I. Geodezicheskie zadachi v gravimetricheskoj s'emke krupnogo mashtaba i ih reshenie fotogrammetricheskim metodom [Geodesic problems in large-scale gravimetric surveying and their solution photogrammetric method]. Geodeziya i kartografiya. 2015. No. 7. s. 8-13. (rus)
- [8]. Nikolskiy E.K., Korolyov N.Yu O tochnosti pozitsionirovaniya pri s'emke zemelnykh uchastkov bespilotnyimi letatelnyimi apparatami [On the accuracy of positioning when surveying land plots unmanned aerial vehicles]. Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel. 2016. No. 8. pp. 69-72. (rus)
- [9]. Miheeva A.A Vyibor mashtaba aerofotos'emki dlya kachestvennogo deshifrovaniya ob'ektov raznykh form [Selecting the scale of aerial photography for qualitative decoding of objects different forms]. Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. 2016. No. 8. pp. 129-132. (rus)
- [10]. Poznyak I.I., Poltorak A.V., Artemeva G.S. Sbor geodezicheskikh dannykh lazernogo skanirovaniya i fotogrammetrii [Collection of geodetic data for laser scanning and photogrammetry]. Slavyanskiy forum. 2017. No. 2(16). pp. 134-140. (rus)
- [11]. Antipov I.T. Razvitie fotogrammetrii v Rossii [Development of photogrammetry in Russia]. Interekspeo Geo-Sibir. 2010. No. 5. pp. 97-132. (rus)
- [12]. Pavlov V.I. Geodezicheskie zadachi v gravimetricheskoj s'emke krupnogo mashtaba i ih reshenie fotogrammetricheskim metodom [Geodesic problems in large-scale gravimetric surveying and their solution photogrammetric method]. Geodeziya i kartografiya. 2015. No. 7. pp. 8-13. (rus)
- [13]. Ground Station Wireless Data-link User Manual V 3.02 2014.11 Revision. DJI – 20122014/-48 p.
- [14]. Guo Q., Li W., Alvarez O. Effects of topography variability and lidar sampling density on several DEM interpolation methods. Photogrammetric engineering and remote sensing. 2010. No. 6. pp. 701-712.
- [15]. Kanashin N.V., Nikitchin A.A., Svintsov, E.S. Application of Laser Scanning Technology in Geotechnical Works on Reconstruction of Draw Spans of the Palace Bridge in Saint Petersburg. Procedia Engineering. 2017. No. 189. pp. 393-397.
- [16]. Aguera-Vega F., Carvajal-Ramirez F., Martinez-Carricondo P. Accuracy of digital surface models and orthophotos derived from unmanned aerial vehicle photogrammetry. Journal of Surveying Engineering. 2017. No. 143. pp. 41-47.
- [17]. Mozas-Calvache A.T., Perez-Garcia J.L. Analysis and comparison of lines obtained from GNSS and UAV for large-



- [19]. Hlotov V., Hunina A., Siejka Z. Accuracy Investigation of Creating orthophotomaps based on images obtained by applying UAV. Reports on Geodesy and Geoinformatics. 2017. No. 103(1). pp. 106-118.
- [20]. Montealegre A.L., Lamelas M.T., Riva J. Interpolation Routines Assessment in ALSDerived Digital Elevation Models for Forestry Applications. Remote Sensing. 2015. No. 7. pp. 36-42.
- [21]. Jaud M., Dantec N., Delacourt C., Grandjean P. Potential of UAVs for Monitoring Mudflat Morphodynamics. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2016. No 5(4). Pp. 50-54.
- [22]. S. Samanovic, D. Medak, D. Gajski Analysis of the pit removal methods in digital terrain models of various resolutions. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2016. No. 7. pp. 235-239.
- [23]. Becker D., de Andrés-Herrero M., Weniger G., Bareth G. Investigating the Influence of Different DEMs on GIS-Based Cost Distance Modeling for Site Catchment Analysis of Prehistoric Sites in Andalusia. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2017. No. 6(2). Pp. 36-39.
- [24]. K. Bakula, P. Kupidura, L. Jelowicki Testing of land cover classification from multispectral airborne laser scanning data. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XLI-B7, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic. 2016. No. 4. pp. 161-169.
- [25]. Taddia Y., Zambello E., simeoni U., Russo P. UAVs to assess the evolution of embryo dunes. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. No. 32. pp. 363-369.
- [18]. Smaczynski M., Medynska-Gulij B. Low aerial imagery – an assessment of georeferencing errors and the potential for use in environmental inventory. Geodesy and cartography. 2017. No. 66(1). pp. 89-104.
- [19]. Hlotov V., Hunina A., Siejka Z. Accuracy Investigation of Creating orthophotomaps based on images obtained by applying UAV. Reports on Geodesy and Geoinformatics. 2017. No. 103(1). pp. 106-118.
- [20]. Montealegre A.L., Lamelas M.T., Riva J. Interpolation Routines Assessment in ALSDerived Digital Elevation Models for Forestry Applications. Remote Sensing. 2015. No. 7. pp. 36-42.
- [21]. Jaud M., Dantec N., Delacourt C., Grandjean P. Potential of UAVs for Monitoring Mudflat Morphodynamics. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2016. No 5(4). Pp. 50-54.
- [22]. S. Samanovic, D. Medak, D. Gajski Analysis of the pit removal methods in digital terrain models of various resolutions. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2016. No. 7. pp. 235-239.
- [23]. Becker D., de Andrés-Herrero M., Weniger G., Bareth G. Investigating the Influence of Different DEMs on GIS-Based Cost Distance Modeling for Site Catchment Analysis of Prehistoric Sites in Andalusia. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2017. No. 6(2). Pp. 36-39.
- [24]. K. Bakula, P. Kupidura, L. Jelowicki. Testing of land cover classification from multispectral airborne laser scanning data. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XLI-B7, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.
- [25]. Taddia Y., Zambello E., simeoni U., Russo P. UAVs to assess the evolution of embryo dunes. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. No. 32. pp. 363-369.

**Савельев, И.А., Макароничев, А.Г., Лошков, К.Н., Молостов, В.С. Подготовка территории под строительство на основе фотограмметрической информации и информационного моделирования // Alfabuild. 2019. № 1(8). С. 7-16.**

**Savelyev, I.A., Makaronichev, A.G., Loshkov, K.N., Molostov, V.S. Preparation of the territory for construction on the basis of photogrammetric information and information modeling. Alfabuild. 2019. 1(8). Pp. 7-16. (rus)**

## Preparation of the territory for construction on the basis of photogrammetric information and information modeling

I.A. Savelyev<sup>1</sup>, A.G. Makaronichev<sup>2</sup>, K.N. Loshkov<sup>3</sup>, V.S. Molostov<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info

review article

### Abstract

*To reduce material and time spendings during surveying and pre-plan study there are advanced features of data collection and its handling. The paper considers creation of digital relief model (DRM) and information modeling based on photogrammetry data. During the work, an aerial survey was carried out from an unmanned aerial vehicle (UAV). Based on the photogrammetric survey results, a 3D terrain model was developed and a sketch model of the territory arrangement was created. 3D terrain model and data processing realized with using of Autodesk ReCap, Autodesk Civil 3d and Revit. The experience of photogrammetry data using gives an opportunity to estimate it like a highly effective and low labour cost in comparison with traditional surveying methods*

Keywords:

digital elevation model, photogrammetry, 3d surface model and terrain objects, digital relief model, aerial survey

---

<sup>1</sup> Corresponding author

1. +79811888165, ilyasavelyev98@mail.ru (Savelyev Ilya, undergraduate)
2. +7(931)3000767, forward\_andrey@inbox.ru (Makaronichev Andrey, undergraduate)
3. +7(981)7218644, Kutubalalaska@gmail.com (Loshkov Konstantin, undergraduate)
4. +7(912)252-75-08, joincore8@gmail.com (Molostov Viktor, undergraduate)