

УДК 528.7

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРТОФОТОПЛАНОВ НА ТЕРРИТОРИЮ АХАНГАРАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

**О. Г. Щукина, М. М. Абдукаримов**

*Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, кафедра геодезии и геоинформатики, ул. Университетская, д. 4, 100174, Ташкент, Узбекистан,  
[Olga.Shuka\\_53@mail.ru](mailto:Olga.Shuka_53@mail.ru), [strangerlive@mail.ru](mailto:strangerlive@mail.ru)*

В работе описывается создание цифровых ортофотопланов территории Ахангаранского водохранилища, расположенного на территории Узбекистана, с целью решения задач эксплуатации и реконструкции объекта и разработки рабочего проекта по установке инженерных средств охраны (ограждение, освещение, прокладка тропы наряда и специалистов ТСО) по периметру запретной зоны Ахангаранского водохранилища. Для создания ортофотопланов, на данном объекте будет выполнена аэрофотосъемка с использованием беспилотного летательного аппарата Geoscan201.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты; ортофотоплан; пункты ГГС; спутниковые приемники; привязка опорных точек.

## TECHNOLOGY FOR PRODUCING ORTHOPHOTOMAP FOR THE TERRITORY OF THE AKHANGARAN RESERVOIR USING UNMANNED AERIAL PHOTOGRAPHY

**O. G. Shchukina, M. M. Abdugarimov**

*National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Department of Geodesy and Geoinformatics, st. Universitetskaya, 4, 100174, Tashkent, Uzbekistan,  
[Olga.Shuka\\_53@mail.ru](mailto:Olga.Shuka_53@mail.ru), [strangerlive@mail.ru](mailto:strangerlive@mail.ru)*

This paper describes the creation of digital orthophotomaps for the territory of the Akhangaran reservoir, located on the territory of Uzbekistan, in order to solve the problems of operation and reconstruction of the facility and to develop a detailed design for the installation of engineering security equipment (fencing, lighting, laying a patrol path and TSO specialists) along the perimeter of the restricted zone Akhangaran reservoir. For the purpose of creating orthophotos, aerial photography will be carried out at this site using a Geoscan201 unmanned aerial vehicle.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles; orthomosaic; GGS points; satellite receivers; reference point reference.

Актуальность темы заключается в том, что еще несколько лет назад процесс создания фотопланов аналоговым методом, с использованием

аналоговых аэрофотоснимков и универсальных приборов, типа фото-трансформаторов, являлся более трудоемким и трудозатратным. В настоящее время, в век цифровых технологий, создание цифровых фотопланов, стало процессом более легким, дешевым и производительным [7].

Целью работы является создание цифровых ортофотопланов в масштабе 1:2000 территории Ахангаранского водохранилища, расположенного в Ангренском районе, Ташкентской области Республики Узбекистан, с целью решения задач эксплуатации и реконструкции объекта и разработки рабочего проекта по установке инженерных средств охраны (ограждение, освещение, прокладка тропы наряда и специалистов техобслуживания) по периметру запретной зоны Ахангаранского водохранилища с использованием беспилотного летательного аппарата самолетного типа Geoscan 201 и современного программного обеспечения Agisoft Metashape.

В работе рассмотрена технология создания ортофотопланов с использованием беспилотного летательного аппарата Geoscan 201 [8] и программного обеспечения Agisoft Metashape территории Ахангаранского водохранилища. Водохранилище построено для сезонного регулирования вод Ахангарана [10]. Заполнено в 1989 г. Расположено у восточной окраины города Ангрен, выше угольного разреза. Водоем имеет приблизительно треугольную, узкую вытянутую форму с расширением к плотине. Высота уреза воды при заполнении составляет около 1080 м. В юго-восточной части водохранилища располагается железобетонная плотина длиной 1350 м, шириной (по верху) 12 м и максимальной высотой 100 м. Общий объем резервуара составляет 260 млн. м<sup>3</sup>. Ниже приведены виды плотины из космоса (рис. 1) и с беспилотного летательного аппарата Geoscan201 (рис. 2).



*Рис. 1.* Космоснимок с изображением плотины



*Рис.2.* Изображение плотины, полученное с БПЛА Geoscan 201

Аэрофотосъемка выполнялась на высоте 300 м беспилотным летательным аппаратом Geoscan 201 в масштабе 1:500 цифровой камерой DSC\_RXIR с фокусным расстоянием 35 мм. Продольное перекрытие аэрофотоснимков составило 70 %, а поперечное 50 %. На объекте выполнено 22 аэромаршрута, базис фотографирования составил 83 м.

Специалисты отдела прикладной геодезии УЗГАШКЛИТИ, выполнили на объекте полевую планово-высотную привязку, согласно инструкции [1]. Было определено 28 опорных точек. Все опорные точки были замаркированы, так как местность с большими перепадами высот, горная. Маркировка опознаков выполнена при помощи трафарета из картона кругом диаметром 50 см, шириной 10 см, который засыпается влажным белым алебастром, и в центре круга закрепляется колышек, который тоже вокруг засыпают влажным алебастром в диаметре 10 см (рис. 3). Схема расположения планово-высотных опознаков приведена на рис. 4.



*Рис.3.* Внешний вид маркировочного опознака



Рис.4. Положение опорных и контрольных точек и оценка погрешности

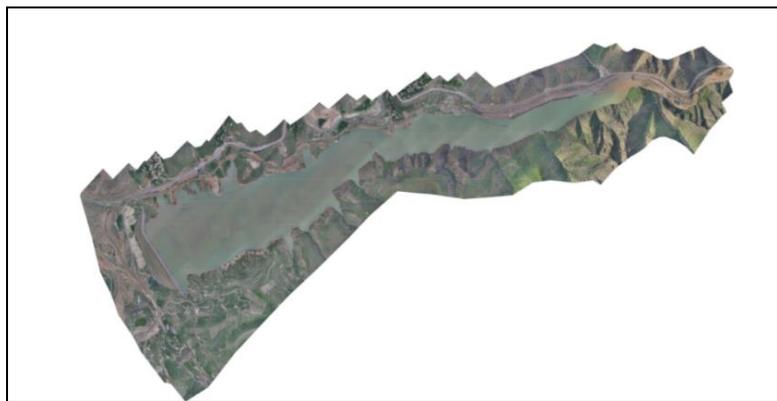
Привязка опорных точек выполнялась с исходных пунктов ГГС, с применением спутниковых приемников (SN 5242498595, 5243499034, 4827155394) в режиме RTK радиальным способом, методом калибровки на местности, с точностью измерений отвечающим требованиям нормативных документов [5].

Средняя погрешностью точек опознаков, используемых для фотограмметрического сгущения, не превышали в плане 0.1 мм в масштабе составляемой карты (плана), и 0,1 принятой высоты сечения рельефа по высоте (относительно ближайших пунктов государственной геодезической сети). В таблице приведена средняя квадратическая ошибка по опорным точкам.

**Средняя квадратическая ошибка по опорным точкам**

Кол-во	Ошибка, X мм	Ошибка, Yмм	Ошибка, Zмм	Ошибка, XYмм	Общая, мм
28	3,44163	4,32099	1,07617	5,5241	5,62795

Для получения ортофотоплана территории /Ахангаранского водохранилища, снимки загружаются в программное обеспечение обработки данных Agisoft Metashape, где происходит процесс оптимизации и выравнивания аэрофотоснимков [9]. После этого выполняется построение плотного облака точек, на основе которого строится карта высот.



*Рис. 5.* Ортофотомозаика всего участка местности Ахангаранского водохранилища

Ортофотомозаика сделана на основании данных исходных аэроснимков и реконструированной модели, что позволило создать результирующее изображение высокого разрешения. Для создания детального вида объекта, ортомозаика была разрезана по трапециям масштаба 1:2000. Ниже, на рис. 6 приведен один из ортофотопланов территории Ахангаранского водохранилища.



*Рис.6.* Ортофотоплан фрагмента Ахангаранского водохранилища, в масштабе 1:2000

Новизна работы заключается в том, что на территорию Ахангаранского водохранилища впервые выполняются работы по созданию ортофотопланов для целей проектирования и разработки рабочего проекта по

установке инженерных средств охраны (ограждение, освещение, прокладка тропы наряда и специалистов технического обслуживания) по периметру запретной зоны Ахангаранского водохранилища с использованием беспилотного летательного аппарата и программного комплекса Agisoft Metashape.

### Библиографические ссылки

1. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА) – 02-036-02.
2. Руководство по производству полетов беспилотных летательных аппаратов. «O'ZGASHKLITI» DUK, май 2017.
3. Руководство по эксплуатации аэрофотосъемочного комплекса «Геоскан 101». СПб.: 2013.
4. ШНК. 01.02.22-19 «Технология аэрофототопографической съемки, выполняемой в целях создания топографических карт и планов с применением беспилотных летательных аппаратов (БЛА)».
5. ШНК 1.02.17-09, 2009 Создание опорных геодезических сетей при инженерно-геодезических изысканиях для строительства.
6. Щукина О. Г., Рузиев А. С., Эргашев М. З. Использование БПЛА Geoscan 201 для съемки линейного объекта трассы Хива–УргенчИнтерКарто.ИнтерГИС Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М:Географический факультет МГУ, 2022. Т.28. Ч.1. С. 430 – 440. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-430-440.
7. Щукина О. Г., Сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции, «Особенности создания цифровых ортофотопланов с использованием беспилотной аэрофотосъемки», NUR-SULTAN, 2019. С. 57-60.
8. <http://www.geoscan.aero>. Аэрофотосъемочный комплекс «Geoscan 201».
9. [www.google](http://www.google), Руководство пользователя AgisoftMetashape.
10. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ахангаранское\\_водохранилище](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ахангаранское_водохранилище).