

A white icon of a circuit board with various components and connecting lines, positioned to the left of the main title.

TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 4 (3) 2025

TECHSCIENCE.UZ

№ 4 (3)-2025

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2025

BOSH MUHARRIR:

KARIMOV ULUG'BEK ORIFOVICH

TAHRIR HAY'ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich– Texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Maxmudov MUxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instituti.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda
130343-sonli guvohnoma bilan davlat
ro'yxatidan o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.
Elektron manzil:
scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huqular himoyalangan.

© Sciencesproblems team, 2025-yil

© Mualliflar jamoasi, 2025-yil

TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI
3-jild, 4-son (iyul, 2025). -56 bet.

MUNDARIJA

Karimov Marat

KO'P QATLAMLI YER OSTI G'OVAK MUHITLARIDA SUV OLUVCHI QUDUQLAR TA'SIRINI
SONLI MODELLASHTIRISH 4-9

To'rayev Azizbek, Ahmedova Sitora

BAZALT TOLASI BILAN MODIFIKATSIYALANGAN AVTOMOBIL
GRUNTOVKASINI YAQIN INFRAQIZIL NUR BILAN QURITISH TEXNOLOGIYASINING
SAMARADORLIGI VA MEXANIZMLARI..... 10-16

Xaydarova Muhtasar

SINOV LABORATORIYALARIDA QURILMALARNI BOSHQARISHDA TAKOMILLASHTIRILGAN
SIFATNI BOSHQARISH TIZIMINI ISHLAB CHIQUISH VA JORIY QILISH..... 17-21

Улжаев Эркин, Худайбердиев Элёр, Нарзуллаев Шохрух, Хайдаров Файёз

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ СЫПУЧИХ
МАТЕРИАЛОВ..... 22-28

Хонтураев Сардорбек

ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ В СОВРЕМЕННОЙ
ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ КАРТОГРАФИИ..... 29-32

Xaytbayev Aybek

NEYRON TARMOQLAR ASOSIDA SIMSIZ SENSOR TARMOQLARI UCHUN KLASTER BOSH
TUGUNINI TANLASH..... 33-42

Baxramov Shohruxbek, Ismailov Astan

VODOROD ISHLAB CHIQUISHNING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARI..... 43-48

Samadova Nilufar

ISHLAB CHIQUARISH CHANGLARINING TARKIBI VA ULARNING EKOTOKSIKOLOGIK
XUSUSIYATLARI..... 49-55

ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ В СОВРЕМЕННОЙ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ КАРТОГРАФИИ

Хонтураев Сардорбек Исроилович

Доцент Ферганского государственного технического университета

Аннотация. В данной статье рассматривается использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для создания геопривязанных карт и 3D-моделей. Особое внимание уделяется технологии RTK, GNSS-решениям, а также методам постобработки данных. Представлены формулы расчёта координат, погрешностей и плотности покрытия. Обоснована эффективность применения RTK-дронов в сравнении с традиционными методами картографирования.

Ключевые слова: дроны, RTK, GNSS, картографирование, фотограмметрия, геопривязка, точность, GCP, UAV.

APPLICATION OF DRONES IN MODERN GEOSPATIAL CARTOGRAPHY

Khonturaev Sardorbek Isroilovich

Associate Professor of Fergana State Technical University

Annotation. This article discusses the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) to create georeferenced maps and 3D models. Particular attention is paid to RTK technology, GNSS solutions, and data post-processing methods. Formulas for calculating coordinates, errors, and coverage density are presented. The effectiveness of using RTK drones in comparison with traditional mapping methods is substantiated.

Keywords: drones, RTK, GNSS, mapping, photogrammetry, georeferencing, accuracy, GCP, UAV

DOI: <https://doi.org/10.47390/issn3030-3702v3i4y2025N05>

Развитие технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и методов фотограмметрии существенно изменило подход к картографированию и пространственному анализу. Одной из ключевых задач при создании ортофотопланов и цифровых моделей местности является обеспечение высокой точности пространственного позиционирования изображений. Традиционно для этой цели использовались наземные контрольные точки (GCP), которые требовали установки и геодезической съёмки с помощью двухчастотных GPS-приёмников. Несмотря на высокую точность, использование GCP связано с существенными временными и трудовыми затратами, особенно в труднодоступных районах. С появлением RTK- и PPK-технологий появилась возможность геопривязки изображений с сантиметровой точностью без необходимости в наземных опорных точках.

RTK (Real-Time Kinematic) представляет собой технологию, при которой координаты дрона уточняются в реальном времени с помощью данных от базовой станции или сетевой RTK-системы, что позволяет немедленно привязывать каждое

изображение к точке на поверхности с точностью до 2–3 см. Это значительно упрощает и ускоряет процесс съёмки, повышая его оперативность и достоверность.

PPK (Post Processing Kinematic) использует аналогичные коррекции, но в режиме постобработки. В отличие от GPS, который обеспечивает точность в пределах 2–5 м, RTK и PPK позволяют получить данные, пригодные для кадастровых и инженерно-геодезических задач. Применение RTK-дронов активно распространяется в строительстве, урбанистике, сельском хозяйстве, лесном хозяйстве, экологии и аварийном мониторинге. Например, при инспекции линий электропередач или мостов RTK позволяет быстро и точно оценивать состояние объектов без привлечения геодезических бригад.

В сельском хозяйстве RTK применяется для точного картографирования посевов, анализа NDVI, определения зон стресса растений и планирования внесения удобрений. Использование RTK-дронов сокращает общее время проекта, снижает количество ошибок и исключает необходимость в установке GCP, что особенно важно в случаях, когда установка контрольных точек невозможна — на крышах зданий, в горах, болотистых зонах или зонах с ограниченным доступом. В условиях стихийных бедствий RTK-дроны позволяют практически в реальном времени получать точные данные о масштабах разрушений, прокладывать маршруты спасательных работ и принимать обоснованные решения.

Кроме того, современные программные пакеты, такие как Agisoft Metashape, Pix4D, DroneDeploy и другие, интегрируют RTK-данные на этапе фотограмметрической обработки, обеспечивая высокоточное 3D-моделирование местности и объектов. Таким образом, технологии RTK в сочетании с БПЛА открывают новые горизонты в сфере дистанционного зондирования и картографирования, позволяя значительно повысить точность, скорость и эффективность работ, а также сократить затраты на полевые исследования. Все больше организаций в сфере геодезии, кадастра и мониторинга переходят на использование RTK-дронов как на базовую технологию, заменяющую классические методы наземной съёмки. При этом стоимость RTK-оборудования снижается, а доступность облачных RTK-сервисов делает эту технологию применимой не только для крупных организаций, но и для малого бизнеса. Дроны с RTK становятся универсальным инструментом пространственного анализа, моделирования и управления территориями.

Современное развитие технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) открыло новые горизонты в области цифровой картографии. Применение дронов позволяет оперативно получать точные изображения земной поверхности, выполняя аэрофотосъёмку с высокой разрешающей способностью. Одним из ключевых преимуществ является возможность интеграции RTK (Real Time Kinematic) и GNSS-решений, которые значительно повышают пространственную точность. Съёмка осуществляется с определённой высоты h , а географическая привязка изображений выполняется с помощью координат (x, y, z) , полученных с RTK-приёмников. Основная задача — обеспечить согласование координат изображения с реальными координатами на поверхности Земли. Расчёт высоты полёта по разрешению описывается формулой

$$h = \frac{f * GSD}{p},$$

где h — высота полёта, f — фокусное расстояние камеры, GSD — размер пикселя на земле, p — размер пикселя матрицы.

Для определения координат центра снимка используются выражение:

$$X = X_0 + \Delta_X * GSD$$

$$Y = Y_0 + \Delta_Y * GSD$$

где X_0, Y_0 — координаты опорной точки, Δ_X, Δ_Y — сдвиги в пикселях.

RTK - технология позволяет достичь сантиметровой точности позиционирования в реальном времени. В этом случае общая погрешность σ вычисляется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{GNSS}^2 + \sigma_{GCP}^2 + \sigma_{обработки}^2}$$

Также важен коэффициент перекрытия изображений

$$K = \frac{n * S_i}{S_t},$$

где K — коэффициент покрытия, n — количество снимков, S_i — площадь одного снимка, S_t — общая площадь территории.

Используются графы покрытия территории дроном, где вершины — координаты точек съёмки, рёбра — маршруты, веса — расстояния между точками. Также можно построить граф ошибок позиционирования, в котором узлы — отдельные снимки, а связи отображают величину ошибки между ними. Эти подходы помогают визуализировать и анализировать распределение ошибок и перекрытие. Преимущества RTK-дронов заключаются в сокращении времени постобработки, возможности отказа от GCP, высокой точности и экономической эффективности. Они находят применение в кадастровых работах, мониторинге, строительстве и логистике.

Выводы.

Использование дронов с поддержкой RTK позволяет существенно повысить точность, снизить затраты на сбор и обработку данных, а также ускорить создание топографических карт и 3D-моделей. Развитие GNSS-инфраструктуры и облачных RTK-сетей делает эту технологию доступной даже для небольших организаций.

Adabiyotlar/Literatura/References:

1. Eisenbeiss, H. (2009). UAV Photogrammetry. ETH Zurich.
2. Nex, F., & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. Applied Geomatics, 6(1), 1–15.
3. Тепляков, А. В., & Широков, В. М. (2021). Применение БПЛА в инженерной геодезии. Геодезия и картография, (2), 45–52.
4. Gruen, A. (2012). Development and status of image matching in photogrammetry. The Photogrammetric Record, 27(137), 36–57.
5. Mikhail, E. M., Bethel, J. S., & McGlone, J. C. (2001). Introduction to Modern Photogrammetry. Wiley.
6. Rauch, H., & Wagner, A. (2022). GCP-free photogrammetry using RTK drones. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLVI-1/W1-2022, 77–84.
7. Mattiuzzi, M., et al. (2020). Operational efficiency of RTK drones in mapping projects. Remote Sensing, 12(11), 1875.
8. Nex, F., & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. Applied geomatics, 6(1), 1-15.

9. Zhang, C., & Kovacs, J. M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precision agriculture*, 13(6), 693-712.
10. Siebert, S., & Teizer, J. (2014). Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an unmanned aerial vehicle (UAV) system. *Automation in construction*, 41, 1-14.
11. James, M. R., & Robson, S. (2012). Straightforward reconstruction of 3D surfaces and topography with a camera: Accuracy and geoscience application. *Journal of Geophysical Research*, 117(F3).

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 4 (3)-2025

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130344-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com