

**РАЗМЕТКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ОПОЗНАКОВ НА  
ЦИФРОВЫХ АЭРОФОТОСНИМКАХ**

**Суюнов Абдусали Саматович**

Д.т.н., проф.,

Самаркандский государственный архитектурно-строительный  
университет

**Тухтамишев Шухрат Шерманович**

д. (PhD), доц.,

Самаркандский государственный архитектурно-строительный  
университет

**Суюнов Шухрат Абдусалиевич**

д. (PhD), доц.,

Самаркандский государственный архитектурно-строительный  
университет

**Пирназаров Ислом Мардонович**

Ст.препод.

Самаркандский государственный архитектурно-строительный  
университет

**Худайназарова Гулноза**

Магистрант

Самаркандский государственный архитектурно-строительный  
университет

**АННОТАЦИЯ:** Этот вид съемки выполняется путем фотографирования местности с самолета (вертолета и т.д.) специальным аэрофотоаппаратом. Прикладная рамка фотоаппарата ограничивает формат аэроснимка, а имеющиеся на ней координатные метки определяют начало и направление координатной системы аэроснимка.

Привязка снимков служит для определения положения их относительно общегосударственной системы координат и заключается в определении координат точек, хорошо видимых на снимках и на самой местности.

Трансформирование – преобразование полученных аэроснимков к заданному масштабу, постоянному по всей поверхности снимка. Оно производится по полученным после привязки снимков опорным точкам сгущения плановой основы (не менее 4-х на снимок) и выполняется на фототрансформаторах. Из таких снимков можно монтировать ортофотоплан.

**Ключевые слова:** аэроснимка, трансформация, плановой, высотной, планово-высотной, ортофотопланов.

## **MARKING, DESIGNING AND CREATING MARKINGS ON DIGITAL AERIAL PHOTOS.**

**Suyunov Abdusali Samatovich**

Doctor of Technical Sciences, Prof.,

Samarkand state university of architecture and construction

**Tukhtamishev Shukhrat Shermanovich**

(PhD), associate professor,

Samarkand state university of architecture and construction

**Suyunov Shukhrat Abdusalievich**

(PhD), associate professor,

Samarkand state university of architecture and construction

**Pirnazarov Islom Mardonovich**

Senior teacher

Samarkand State University of Architecture and Civil Engineering

**Khudaynazarova Gulnoza**

Master's student

Samarkand state university of architecture and construction

**Abstract:** This type of photography is performed by photographing the area from an airplane (helicopter, etc.) with a special aerial camera. The applied frame of the camera limits the format of the aerial photograph, and the coordinate marks on it determine the beginning and direction of the coordinate system of the aerial photograph.

Referencing images serves to determine their position relative to the national coordinate system and consists in determining the coordinates of points that are clearly visible in the images and on the terrain itself.

Transformation – transformation of the obtained aerial photographs to a given scale, constant over the entire surface of the image. It is carried out using the reference points of the plan basis thickening obtained after linking the images (at least 4 per image) and is performed on phototransformers. From such images you can mount an orthomosaic.

**Annotatsiya:** Bu turdagi suratga olish hududni uchuvchisiz uchar moslamali (samolyot, vertolet, dron va boshqalar) maxsus havo kamerasi yordamida suratga olish orqali amalga oshiriladi. Kameraning qoʻllaniladigan ramkasi aerofotosurat formatini cheklaydi va undagi koordinata belgilari aerofotosurat koordinata tizimining boshlanishi va yoʻnalishini belgilaydi.

Aerosur'alarni bog'lash tanlangan nuqtalarning milliy koordinatalar tizimiga nisbatan o'rnini aniqlashga xizmat qiladi va tasvirlarda va joyning o'zida aniq ko'rinadigan nuqtalarning koordinatalarini aniqlashdan iborat.

Transformatsiya - olingan aerofotosuratlarini tasvirning butun yuzasida doimiy bo'lgan ma'lum masshtabga aylantirish. Tasvirlarni (har bir tasvir uchun kamida 4 ta) bog'lagandan so'ng olingan plani asosidagi qalinlashuvning mos yozuvlar nuqtalari yordamida amalga oshiriladi va fototransformatorlarda amalga oshiriladi. Transformatsiya qilingan aerosur'atlardan ortofotoplanlar yaratish mumkin bo'ladi.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Привязкой аэроснимков называются работы по определению геодезических координат точек местности, опознанных на аэроснимке.

Если в процессе привязки определяют плоские координаты точек местности  $x$ ,  $y$ , то такую привязку называют плановой. При определении только высот точек местности  $z$  привязку называют высотной, а при определении всех трех координат точки  $x$ ,  $y$ ,  $z$  планово-высотной.

Плановую привязку производят для изготовления контурных фотопланов, а высотную и планово-высотную - для изготовления топографических планов (ортофотопланов).

В настоящей главе приводятся сведения только по плановой привязке аэроснимков. Она делится на сплошную, выполняемую непосредственно для трансформирования, и разреженную используемую для редуцирования плановой фототриангуляции. При сплошной привязке каждый аэроснимок обеспечивают четырьмя опорными точками, расположенными по углам рабочей площади. При разреженной привязке каждую секцию маршрута, состоящую из трех-четырех аэроснимков более, обеспечивают тремя-четырьмя опорными точками. Обычно применяют разреженную привязку.

Сплошную привязку проводят в случае больших коэффициентов увеличения ( $K=m/M$ ), недостаточного перекрытия аэро-снимков для развития фототриангуляции или при значительных углах наклона.

### **Маркировка и расстановка опознаков**

**Опознаки** - это точки, которые чётко опознаются на аэрофотоснимках и на местности, координаты которых определены с высокой точностью. Координаты опознаков можно определить различными геодезическими методами, чаще всего это спутниковые наблюдения в режимах RTK, РРК или статика.

**Опознаки** необходимо использовать для контроля проведённых съёмочных работ и для калибровки камеры.

Маркируемые планово-высотные опознаки должны располагаться таким образом, чтобы на аэрофотоснимках их изображения не закрывались изображениями других объектов (рис-1) или их тенями.



Рис-1.

Для маркировки, как правило, должны применяться дешевые материалы (Рис-2). Обязательным условием выбора материалов и красящих веществ для опознаков является обеспечение максимального контраста между маркировочным знаком и фоном. В качестве опознаков могут быть использованы читаемые на снимках объекты, такие как люки подземных коммуникаций, стыки тротуарной плитки, дорожная разметка и прочее.

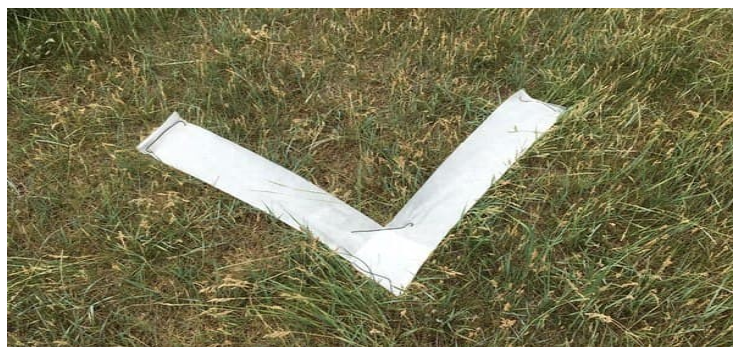


Рис-2.

Не стоит использовать в качестве опознаков углы поворотов заборов, отбойники, стоящие высоко от уровня земли столбики малого размера, бордюры. Можно неверно установить маркер при обработке и получить ошибку как по высоте, так и в плане.

Для определения координат опознаков должна использоваться система координат с параметрами проекции, которая будет применяться при фотограмметрической обработке снимков.

### **3. Разметка зон расположения опорных точек**

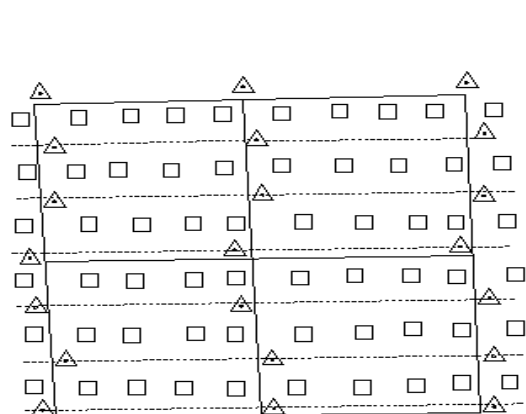
Любая контурная точка, опознанная на аэроснимке и на местности, координаты которой определены геодезическим способом, называется *опорной точкой*, или *опознаком*.

К таким контурным точкам могут быть отнесены углы изгородей, низких строений, перекрестков дорог, промоин, резкие изгибы тропинок, канав, отдельные кусты и другие контурные точки, которые можно бесспорно опознать и наколоть на аэроснимке с ошибкой 0,1 мм в масштабе аэроснимка.

Перед началом разметки зон расположения опорных точек подбирают материалы: аэроснимки, репродукции накидного монтажа с показанными на ней рамками трапеций, топографическую карту мелкого масштаба с нанесенными на ней пунктами геодезического обоснования.

Принимая во внимание, что с момента производства аэрофотосъемки до начала выполнения геодезических работ проходит известное время (год и более), при составлении проекта учитывают степень возможной сохранности

выбираемых контурных точек. Для гарантии надежности выбора вместо одной контурной точки.



----- Середина  
△ Опорная точка  
□ Рабочий центр  
поперечного  
перекрытия

Рис-3.

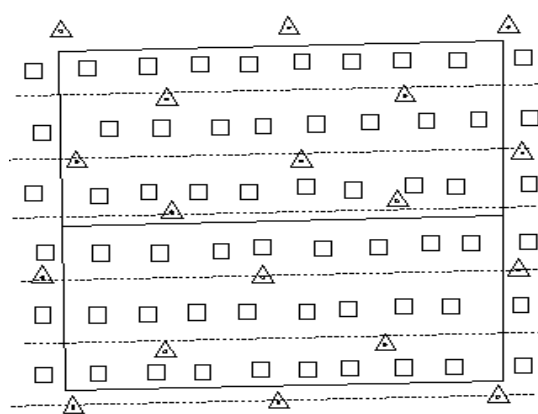


Рис-4.

выбирают группу их, расположенную в пределах круга диаметром 2 см. Такой круг называется зоной расположения опорной точки.

Опорные точки располагают так, чтобы они надежно определялись засечками из центров перекрывающихся аэроснимков и чтобы они расположились на большем числе аэроснимков, т. е. опорные точки следует располагать в зонах тройных продольных и поперечных перекрытий. Далее рассчитывают предельные расстояния между опорными точками вдоль маршрута, исходя из того, чтобы средняя квадратическая ошибка положения ориентирующей точки, расположенной в середине редуцированного и увязанного фототриангуляционного ряда, не превышала 0,35 мм.

Схема размещения зон расположения опорных точек зависит от характера местности и способов геодезического определения координат. В залесенных равнинных районах привязка аэроснимков производится преимущественно теодолитными ходами, и поэтому опорные точки выгоднее располагать прямолинейными рядами (рис. 1), совпадающими с рамками



трапеций. В открытых холмистых районах привязку производят методами триангуляции, и опорные точки в этом случае располагают в шахматном порядке (рис. 2).

На приведенных типовых схемах размещения опорных точек каждая площадь трапеции обеспечивается равномерным распределением точек, дающих надежный контроль при редуцировании каждого ряда фототриангуляции по четырем или по трем точкам, из которых две расположены по концам ряда и одна в середине.

Перед началом разметки зон привязки опорных точек тщательно изучают аэроснимки, топографическую карту и намечают метод геодезических работ для привязки аэроснимков, устанавливают видимость между пунктами геодезического обоснования и намечают трассы теодолитных ходов.

При разметке зон привязки опорных точек выполняют накидной монтаж из контактных аэроснимков, на которых в выбранных местах красным карандашом наносят зоны в виде кружков диаметром 2 см. Расположение этих зон переносят затем на репродукции накидного монтажа.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. Выбор и оформление опорной точки на аэроснимке и на местности.**

По репродукции накидного монтажа с нанесенными на ней зонами привязки опорных точек отыскивают на местности расположение данной зоны. Сопоставляя аэроснимок с местностью, находят контурную точку, наиболее отвечающую требованиям, предъявляемым к опорным точкам:

1) опорная точка должна быть в зоне и бесспорно опознаваться на местности и на всех аэроснимках, где должно быть ее изображение. Средняя ошибка опознавания на местности и отождествления на всех перекрывающихся аэроснимках не должна превышать 0.2 мм в масштабе плана;



2) опорные точки должны быть доступны на местности для производства геодезического определения координат;

3) предельная ошибка в определении координат не должна быть более 0,15 мм в масштабе плана.

Полевые работы заключаются в выполнении следующих процессов: выбора внутри намеченной зоны опорной точки, закрепления и оформления ее на местности, накалывания и оформления опорной точки на аэроснимке, определения геодезических координат опорной точки.

При выборе опорной точки на местности разрешается выходить из намеченной зоны, если это не нарушает основные требования проекта, способствует надежности опознавания, повышению точности или упрощению геодезических определений.

Наибольшее внимание обращается на правильность опознавания и накала точки на аэроснимке. Для этого тщательно сличают аэроснимок с местностью, просматривая не только данный контур, но и окружающие.



Рис-5. Аэроснимка с накалам  
лицевая сторона



Рис-6. Аэроснимка с накалам  
обратная сторона

Точку на аэроснимке накалывают только тогда, когда убедятся в безошибочности ее опознавания. Накол делают только на одном аэроснимке топкой иглой, предварительно подложив под аэроснимок целлулоид или картонную пластинку. Диаметр накала не должен превышать 0,2 мм, а сам прокол должен свободно просматриваться на просвет.

След от накола на обратной стороне аэроснимка обводят карандашом окружностью диаметром 3 мм и рядом подписывают номер опорной точки, соответствующий номеру аэроснимка.

В стороне от накола составляют абрис опознанной контурной точки в масштабе, более крупном, чем масштаб аэроснимка. Абрис выполняют растушевкой в тех же светотенях, в каких получилось фотоизображение (рис. 1), и дополняют кратким описанием опознанного объекта. В описании указывают, какая точка выбрана и с какой ошибкой опознана на местности и наколота на аэроснимке, дату привязки и фамилию исполнителя. Абрис вместе с описанием служит для обеспечения точного перекальвания опорной точки на аэроснимков.

На лицевой стороне аэроснимка опорную точку обводят красным кружком диаметром 10 мм и тем же цветом подписывают ее номер.

На местности опорную точку закрепляют колом, забитым вровень с землей, и окапывают его канавкой.

Одну опорную точку на площади 25-30 км<sup>2</sup> закрепляют долговременным знаком с закладкой на глубине 0,7 м подземного центра в виде монолита или камня и установкой над ним столба. Столб окапывают канавкой в радиусе 1 м. Вокруг столба насыпают курган высотой 0,3 м.

## **2. Способы геодезической привязки аэроснимков.**

Координаты опорных точек определяют аналитическим методом, применяя различные геодезические способы.

1. Засечек прямой (рис. 6), и комбинированной. Прямую засечку опорной точки выполняют не менее чем с трех пунктов триангуляции; обратную - не менее чем по четырем пунктам и комбинированную пунктам. по трем

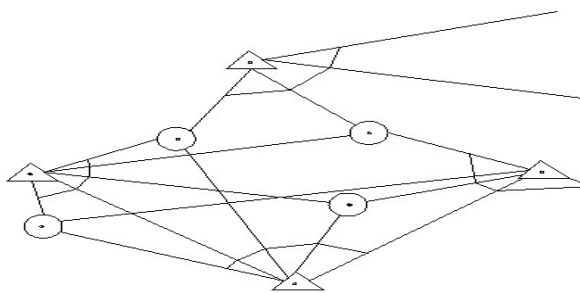


Рис. 6

2. Триангуляции в виде вставок между существующими пунктами и сторонами триангуляции систем треугольников (рис. 6), геодезических четырехугольников, цепочек треугольников и центральных систем.

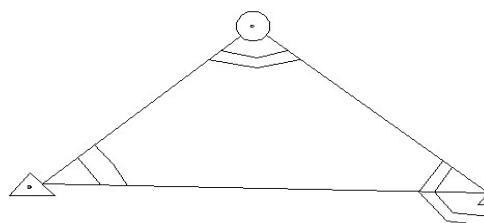


Рис. 7

3. Полигонометрический, осуществляемый посредством проложения теодолитных ходов между пунктами триангуляции и опорными точками (рис. 8). Опорные точки включают в число станций теодолитного хода.

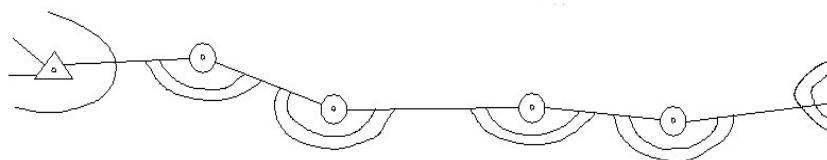


Рис. 8

В случаях геодезической привязки способами засечек или триангуляции предельные расхождения координат  $x$  и  $y$ , вычисленные из различных вариантов, не должны превышать:

5 м при съемке в масштабе 1: 25 000,

2 м 1:10 000.

Линейные невязки в теодолитных ходах, проложенных между пунктами триангуляции, не должны превышать:

10 м при съемке в масштабе 1: 25000,

4 м 1:10 000.

При плановой привязке аэроснимков большая часть ошибок и промахов относится к процессу опознавания точек на местности. Поэтому в производственных условиях проводят выборочно контроль опознавания опорных точек на местности.

5. Этапы работы со спутниковым оборудованием для определения планово-высотное положение опознаков.

Этот процесс заключается в том, что контролеру выдают чистые аэроснимки, на которых показывают только зоны привязки. Контролер в натуре по репродукции накидного монтажа и аэроснимку находит зону и закрепленную опорную точку, которую он обязан наколоть на аэроснимке. Затем сличением контрольного опознавания с основным устанавливают правильность проведенного опознавания.

1. Установка базовой станции. Для определения оси газопровода изначально следует правильно выбрать место установки базовой станции. Во избежание искажения или ухудшения приёма сигнала необходимо исключить установку прибора возле железобетонных зданий, сооружений, навесов, среди густой листвы деревьев, рядом с источником радиосигнала.

Также следует учесть, что базовая станция на протяжении всего времени работ должна находиться в неподвижном состоянии, поэтому не нужно выбирать точку установки на автодороге или на выезде машин. Точку установки обозначают временным знаком.

Один из приемников, выполняющий роль базовой станции, требуется поставить на штатив над выбранной ранее точкой, произвести центрирование, а также установить уровень прибора в горизонтальное положение, то есть уровень поместить в нуль пункт.

После включения прибор начинает ловить сигналы со спутников: GPS и ГЛОНАСС.

2. Калибровка базовой станции. На местности выбираются близлежащие пункты государственной геодезической сети, соответствующие требованиям точности, в количестве пяти штук для проведения калибровки с целью исключения нежелательных отклонений в местоположении газопровода.

Геодезические сети служат основой осуществления большинства геодезических измерений, в том числе и определения координат объектов. Они строятся от общего к частному, то есть от более точных к менее точным, так же по аналогии с данным принципом существует переход от крупных построений к мелким.

На практике для кадастровых работ используется в основном Государственная геодезическая сеть 2-4 классов. 1-й класс требуется для решения научных задач (определение разности воды в морях и океанах, вековое поднятие и опускание суши, смещение коры при землетрясениях).

#### **Список использованной литературы**

1. S. I. Abdullaev, Rational use of land resources in relation to population growth,
2. Proceedings of the Republican scientific-methodical seminar on "Methods of teaching engineering and scientific research in the field of engineering and ecology", 58-60 (2002)
3. A.A. Abdulkasimov, Classification issues of anthropogenic landscapes of Central Asia, 26-30 (1966)
4. L.N. Babushkin, N.A. Kogay, Fundamentals of the methodology for assessing natural conditions for agriculture, 64-73 (1975)
5. V.A. Baranov, A.V. Ivanov, Agroforestry landscapes of the southeast of European Russia: structure, evolution, optimization, 274 (Science Book, Saratov, 2006)
6. L.I. Kurakova, Anthropogen landscapes, Moscow University, 215 (1976)

7. M.I. Lopyrev, Basics of agrolandscape farming, Voronezh University, 339 (1995)
8. V.V. Lyutova, Features and assessment of the effectiveness of land use in agricultural landscapes of the Lipetsk region, Abstract of dissertation for the degree of candidate of geographical sciences, Saint-Petersburg, 28 (2013)
9. A.A. Yurtaev, Agrolandscapes research: Theory and practice, J. Scientific statements 3-6 (2011)
10. F.Khushmuradov, Features of the desertification process in the Kashkadarya valley and its control, Master's dissertation, Samarkand, 82 (2017)
11. Data of the Statistics Department of Kashkadarya region (2010, 2015, 2020)
12. F. M. Khushmurodov, Optimization of sustainable use of agrolandscapes, Economy and society, 10-1, 101, 72-76 (2022)
13. A. Suyunov, S. Suyunov, O. Urokov, *Application of GIS on Research of Horizontal Refraction in Polygonometry on Network*, In E3S Web of Conferences, **227**, 04003 (2021)
14. A.S. Suyunov, Sh.A. Suyunov, F.M. Khushmurodov, Various considerations about concepts and trends in the study of landscapes. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 2720-5746 (2023)
15. A. S. Suyunov, A. A. Mirzaev, O. A. Urakov, S. A. Suyunov, *Field studies of electronic total stations in a special reference satellite geodetic basis*, In 2nd E3S Web of Conferences **463**, 02006 (2023) *EESTE2023* <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302006> 7
16. International Conference on Computer Applications for Management and Sustainable Development of Production and Industry (CMSD-II-2022), **12564**, 208-213 (2023)
17. A. Suyunov, S. Suyunov, M. Aminjanova, K. Rakhmatullaeva, *Improvement of the method for comparing subsidence of structures using the*

*Fischer's F-test and the Foster-Stuart test*, In E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 227, 04005 (2021)

18. A. S. Suyunov, O. A. Urakov, A. A. Mirzaev, G. M. Mullodjanova, *The results of the analysis of the accuracy of the permanent satellite state geodetic network in the Republic of Uzbekistan*, In 2nd International Conference on Computer Applications for Management and Sustainable Development of Production and Industry (CMSD-II- 2022), SPIE, 12564, 202-207 (2023)