

*Исабеков Н.Д., Чымыров А.У., Нурдинов А.Н., Солпиева Ж.А., Тыныбекова А.Т.*

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН МЕЙКИНДИКТИК МААЛЫМАТ  
ИНФРАСТРУКТУРАСЫ: ОРТОФОТОПЛАНДАРДЫ ДАЯРДОО**

*Исабеков Н.Д., Чымыров А.У., Нурдинов А.Н., Солпиева Ж.А., Тыныбекова А.Т.*

**ИНФРАСТРУКТУРА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ КЫРГЫЗСКОЙ  
РЕСПУБЛИКИ: СОЗДАНИЕ ОРТОФОТОПЛАНОВ**

*N.D. Isabekov, A.U. Chymyrov, A.N. Nurdinov, Zh.A. Solpieva, A.T. Tynybekova*

**THE SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE OF THE KYRGYZ REPUBLIC:  
DEVELOPMENT OF ORTHOPHOTO PLANS**

УДК: 004.6:528.88/443

*Бул илимий иште Бишкек шаарынын аймагынын 10 сантиметр жана Чүй, Ысык-Көл, Жалал-Абад, Ош облустарынын өрөөндүү аймактарынын 20 сантиметр тактыктагы ортофотопландарын түзүү технологиялары изилденген. Учкуч башкарган учактан тартылган аэрофото сүрөттөрдү иштеп чыгууда фотограмметриялык программа колдонулду. Ортофотопландар жана жер бетинин санариптик моделдери аэрофотосүрөттөрдүн негизинде түзүлүп, Геопортал аркылуу жайылтуу үчүн геомаалымат базаларына киргизилген. Аткарылган иштин натыйжалары Кыргыз Республикасынын мейкиндиктик маалыматтар инфраструктурасын өнүктүрүүдө колдонулат.*

**Негизги сөздөр:** аэрофотосүрөттөр, мейкиндиктик маалыматтар, кадастр, геопортал.

*В данной работе исследована технология создания ортофотопланов территории города Бишкека с разрешением 10 см и равнинных территорий Чуйской, Иссык-Кульской, Жалал-Абадской и Ошской областей с разрешением 20 см. Аэрофото-съемки выполнены с использованием пилотируемого самолета с обработкой аэрофотоснимков с применением фотограмметрического программного обеспечения. Созданы ортофотопланы и цифровые модели рельефа на основе аэрофотоснимков, которые введены в базы геоданных для распространения через Геопортал. Результаты выполненных работ будут использованы в дальнейшем развитии инфраструктуры пространственных данных Кыргызской Республики.*

**Ключевые слова:** аэрофотоснимки, пространственные данные, кадастр, геопортал

*The study of the technology of creating 10 cm resolution orthophoto plans for the territory of Bishkek and with 20 cm resolution orthophoto plans for plain areas of the Chui, Issyk-Kul, Jalal-Abad and Osh provinces is represented in this article. Aerial photographs were taken using a manned aircraft by processing aerial photographs by applying photogrammetric software. Orthophoto plans and digital terrain models, based on aerial photographs, were created and integrated into geodatabases for distribution through the Geoportal. The results of this study will be used in further development of the Spatial data infrastructure of the Kyrgyz Republic.*

**Key words:** aerial photographs, spatial data, cadaster, geoportal.

**Введение.** Инфраструктура пространственных данных представляет собой совокупность пространственных информационных ресурсов, организационных структур, нормативно-правовых механизмов, технологий создания, обработки и обмена пространственными данными (географическими данными), обеспечивающими широкий доступ и эффективное

использование пространственных данных гражданами, хозяйствующими субъектами и органами власти [1,2,3].

По мере развития рынка пространственных данных и услуг, связанных с определением местоположения, возникает необходимость разработки, государственной поддержки и регулирования функционирования государственной или национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД). Дальнейшее развитие НИПД должно быть обеспечено за счет углубления и укрепления межведомственного сотрудничества и распространения опыта на региональном и местном уровнях [4, 5].

Ведущим разработчиком НИПД является Государственная картографо-геодезическая служба (Госкартография) при Государственном агентстве по земельным ресурсам (ГАЗР) при Министерстве сельского, водного хозяйства и развития регионов Кыргызской Республики (МСВХиРР КР) [1]. Она является государственным учреждением, осуществляющим руководство за государственными картографическими, топографо-геодезическими работами и их производством, а также осуществляющим геодезический надзор в стране. Совместно с Государственным учреждением «Кадастр» при ГАЗР, осуществляющим ведение земельного кадастра, кадастрового картографирования, Госкартография занимается вопросами создания и развития Национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД) КР созданием условий для свободного доступа государственных структур, органов местного самоуправления и частного сектора к пространственным данным и эффективного использования в рамках цифровой экономики.

Также в разработке НИПД участвуют учёные, аспиранты и магистранты кафедры «Геодезия и геоинформатика» КГУСТА им. Н.Исанова. Они занимаются научными исследованиями в области геодезии, геоинформатики, геодезических систем координат и создания инфраструктуры пространственных данных.

Основными компонентами НИПД является:

- Геопортал Государственной картографо-геодезической службы, в котором размещены разные тематические карты, ортофотопланы, кадастровые

карты и другие материалы Государственного фонда картографических материалов КР;

- Автоматизированная регистрационная система (АРС), разработанная в виде совокупности программно – аппаратных средств на основе программного комплекса с открытым кодом QGIS (Quantum GIS), предназначенных для автоматизации деятельности ГУ «Кадастр»;
- Веб портал «Адресный регистр» ([www.darek.kg](http://www.darek.kg)) для сбора адресных данных, введенный в эксплуатацию в августе 2014 года [6].

Основной целью научной работы является исследование технологии создания ортофотопланов на территории Бишкека с разрешением 10 см и равнинных территорий Чуйской, Иссык-Кульской, Жалал-Абадской и Ошской областей с разрешением 20 см.

**Методология исследования.** Аэрофотосъемка является самым рентабельным видом съемочного процесса на больших площадях и труднодоступных местах. Она часто применяется в геодезии и картографии для выполнения и обновления карт военного и гражданского назначения.

Преимущества и уникальность данной технологии для топографо-геодезического производства очевидны. Аэрофотосъемка с самолетов используется для создания и обновления цифровых карт и планов тех территорий, для которых отсутствует практическая возможность или экономическая целесообразность детального изучения местности традиционными наземными методами и определения объектов на поверхности Земли по космическим снимкам [7].



Рис. 1. Самолет Rockwell 690A Commander (а) и фотокамера (б)

Планово-высотные опознавательные знаки были расположены рядами поперек маршрутов аэрофотосъемки и закреплены временными центрами. Координаты опознаков определены путем спутниковых измерений с использованием ГНСС приёмников «Trimble GPS 17» с антеннами типа 980. Измерения выполнены в режиме «Real Time Kinematic» (RTK) и частично в режиме «Статика». Спутниковое позиционирование реализовано с применением сетевого RTK сервиса, поддерживаемого сетью постоянно действующих ГНСС референц станций (CORS) в стране. Центр управления сетью CORS- КугPOS, функционирующий при Государственном учреждении «Кадастр» с 2010 года, оказывает услуги предоставления

Технология фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки эффективно решает задачу оперативного создания и обновления картографической основы для ведения кадастра объектов недвижимости, землеустройства, контроля и мониторинга земель.

Аэрофотосъёмки проведены в рамках проекта «Карты и статистика для целей устойчивого развития», в который реализуется согласно Меморандума о взаимопонимании между Национальным статическим комитетом КР, Государственной регистрационной службой КР, Статическим управлением Норвегии и Норвежской картографической службой об институциональном сотрудничестве. Полученные данные могут быть применены для создания и обновления цифровых топографических карт (ЦТК) и цифровых топографических планов (ЦТП) с высокой эффективностью, что делает аэрофотосъемку одним из наиболее быстро развивающихся современных методов картографирования территории [8].

Аэрофотоснимки были получены цифровой фотокамерой ULTRA CAM EAGLE PRIME f100, установленной на румынском пилотируемом самолете Rockwell 690A Commander с регистрационным номером YR-XXC с 16 марта 2019 г. по 18 марта 2019. (рис. 1). При построении и уравнивании маршрутных сетей использовалось ПО «Ultra Map».

Планово-высотные опознавательные знаки были расположены рядами поперек маршрутов аэрофотосъемки и закреплены временными центрами.

дифференциальных поправок по данным спутниковых измерений на территории страны [9]. Для получения избыточных и независимых измерений часть измерений была произведена повторно. При статическом режиме спутниковых измерений антенны приемника над точкой устанавливались на штатив, центрирование выполнялось с помощью триггера с оптическим центриром с ошибкой не более  $\pm 1$  мм.

Камеральная обработка измерений выполнена непосредственно на объекте с использованием программного обеспечения «Trimble Business Centre». При создании проекта основной использовалась Национальная зональная система координат Куг-06.

Система координат Kurg-06 основана на Международной наземной опорной сети ITRF-2005 и распространяется через каркасные сети нулевого и первого порядка с более чем 70 точками на основе плановых, планово-высотных и высотных ГТС.

Создание ортофотопланов выполнено цифровой фотограмметрической станцией комплекса программ «Ultra Map» с размерами выходного пикселя, равными 10 см и 20 см. Ортофотопланы изготовлены в Национальной системе координат Kurg-06. В процессе минификаций создана пирамида уменьшенных изображений на каждый аэрофотоснимок, что в свою очередь позволяет увеличить или уменьшить общий вид изображения в пределах исходного изображения.

**Результаты и их обсуждение.** Был получен огромный массив данных в виде цифровых аэрофотоснимков. Для обработки данных была применена программное обеспечение «Summit Evolution», которая представляет собой цифровой стереоплоттер для векторизации объектов местности по стереопарам аэрофотоснимков в среде MicroStation v.8i. До начала обработки данных было проведено обучение сотрудников к использованию программного обеспечения «Summit Evolution». Ортофотоснимки были проверены на наличие ошибок и выполнены соответствующие исправления. Для каждого района исследований были построены ортофотопланы соответствующей точности (рис. 2).

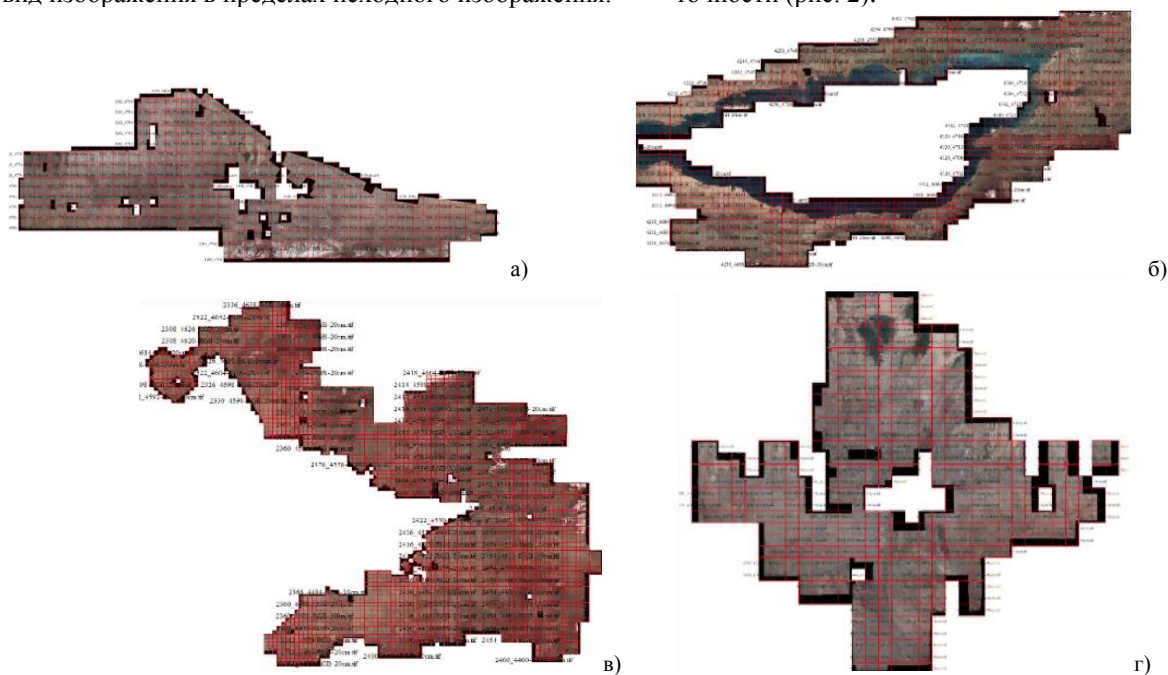


Рис. 2. Ортофотопланы: а) Чуйская долина; б) котловина озера Иссык-Куль; в) Ферганская долина; г) город Бишкек.

Оценка качества созданного ортофото выполнена визуально по линиям сшивки аэрофотоснимков (контроль совмещения контуров) и наложением планово-высотных опознаков по координатам на ортофотопланах.

Цифровая модель и ортофотоплан г. Бишкек и его окрестности были созданы и используются по назначению при создании материалов НИПД (рис. 3). Ортофотоплан города с учетом подобранных параметров выполнен по отдельным трапециям с точностью 10 см.

При развитии НИПД также ведется разработка Геопортала, который представляет собой веб-портал,

используемый для поиска и доступа к геопространственной информации в сети интернет. Он является важным и эффективным средством географической информационной системы и ключевым элементом инфраструктуры пространственных данных, единых данных, что соответствует принципу «единого окна».

В первые за многие годы были проведены аэрофотосъемочные работы на значительной части территории страны для целей разработки НИПД и соответствующего Геопортала. Для его функционирования на производственной базе Госкартографии КР установлено специализированное серверное оборудование и программное обеспечение.

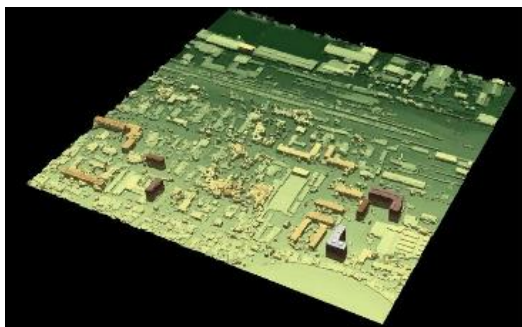


Рис. 3. Цифровая модель и оформленный ортофотоплан г.Бишкек.

Основой содержания Геопортала являются метаданные (геометаданные), собранные в каталоги метаданных; веб-портал, используемый для поиска и доступа к геопространственной информации, и связанные с этим сервисы (визуализации, редактирования, анализа и т.п.) в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Геоportal содержит карты геологии, зонирования, высоты, кадастра, ортофотопланов и других материалов. Эти картографические материалы и другие наборы геопространственной информации дополняются и доступны по гиперссылке <https://kyrgyzmap.kg>.

**Заключение.** Использование пилотируемого самолета для выполнения цифровой аэрофотосъемки значительной территории г.Бишкек, Чуйской и Ферганской долин, Иссык-Кульской котловины было выполнено впервые с использованием современного оборудования и методов обработки данных. Новый подход по обработке цифровых аэрофотоснимков было внедрено в Госкартографии КР и проведено обучение сотрудников госструктур по использованию современных фотограмметрических технологий и программ. По завершению обучения специалистов были созданы ортофотопланы и цифровые модели местности исследуемых территорий. Была проведена оценка качества проделанных работ по созданию облаков точек на основе аэрофотоснимков. Были выявлены и исправлены неточности съемки и наземной привязки снимков. Полученные картографические материалы были загружены на сервер Геопортала, так как эти данные являются важным элементом создаваемой Национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД).

Предприняты меры по согласованию единых стандартов данных и механизма обмена пространственной информации в Кыргызской Республике. Ожидается, что мере возможностей будут исключены дублирование работ по получению, хранению и организации доступа к данным в НИПД. Функционирование Геопортала упрощает получения доступа к пространственным данным государственных и местных влас-

тей, в том числе к аэрофотоснимкам высокого качества и разрешения. Исследование показало, что развитие Национальной инфраструктуры пространственных данных страны позволит решить многие проблемы экологического и экономического развития страны и поможет в принятии правильных решений в области пространственных данных.

#### Литература:

1. Правительство КР. Дорожная карта по реализации Концепции цифровой трансформации «Цифровой Кыргызстан 2019-2023». Распоряжение ПКР №20-р от 15.02.2019.
2. Шавров С.А. Правовая основа инфраструктуры пространственных данных электронного государства. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Е.И. Коваленко, 2018. С.316-321.
3. Слабодич К.А., Тагирова Э.Р., Шавров С.А. О создании правовой основы инфраструктуры пространственных данных в Беларуси и Казахстане. Тр. БГТУ, 2017, сер.5, №1. С.129-133.
4. Rahman Md., Szabó G. National spatial data infrastructure (NSDI) of Bangladesh – development, progress and way forward. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. V-4-2020. 131-138.10.5194/isprs-annals-V-4-2020-131-2020.
5. Maphanyane J.G., Nkwae B., Oitsile T.S., Serame T., Kgopolelo J. "Towards the Building of a Robust National Database Infrastructure (NSDI) Developing Country Needs: Botswana Case Study," 2018 IST-Africa Week Conference (IST-Africa), 2018, pp. Page 1 of 19-Page 19 of 19.
6. Жумашева Э.К., Чымыров А.У. Земельные информационные системы в Кыргызской Республике. / Вестник КГУСТА, выпуск 3 (61), 2018. - С. 29-33.
7. Бабашкин Н.М., Кадничанский С.А., Фальков Э.Я. Сравнительный анализ эффективности аэрофототопографической съемки с использованием беспилотных и пилотируемых авиационных систем. // V Межд. науч.-практ. конф. «Геодезия, маркшейдерия, аэросъемка на рубеже веков» (13-14 февраля 2014). - М., 2014.
8. Нехин С.С., Олейник С.В. Фотограмметрическая технология создания трехмерных сцен застроенных территорий для целей проектирования и ГИС // Инженерные изыскания. – 2011. – №2. – С.42-46.
9. Чымыров А.У., Бектуров А.К., Анарбаев М.А., Саргазакова Ш.С. Технология спутникового позиционирования с применением сетевого RTK сервиса KyrPOS. Вестник Технологического ун-ва Таджикистана. 2019. №4 (39). С.42-48.