

Д.В. ЛИТВИНОВ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ПРИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОМ АНАЛИЗЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

MODERN METHODS OF AERIAL PHOTOGRAPHY FOR ARCHITECTURAL AND PLANNING ANALYSIS OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS

Представлены результаты выполненных научно-исследовательских работ крупномасштабного объекта культурного наследия Земляного вала Красноярской крепости с применением в исследовании аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата. Красноярская крепость является уникальным памятником военного фортификационного зодчества России первой половины XVIII столетия и одной из крупнейших в России оборонительных линий, созданных для защиты юго-восточной окраины европейской России от нападений кочевников. Результаты плановой и перспективной аэрофотосъемки позволили выявить общую архитектурно-планировочную композицию Земляного вала крепости, одновременно увидеть всю территорию комплекса и определить территориальное единство с другими фортификационными сооружениями. Методические приемы использования беспилотных летательных аппаратов позволили получить материалы об исследуемом объекте, привязать его пространственное местоположение к системе координат местности, создать трехмерную модель территории, сопоставить полученные изображения с имеющимися историческими картами и планами, существенно облегчить задачу по постановке на учет в охранные органы и выводу его территории из хозяйственного использования.

Ключевые слова: реконструкция, плановая и перспективная аэрофотосъемка, беспилотные летательные аппараты, аэрофотосъемка, мультикоптеры, Земляной вал Красноярской крепости

Архитектурно-планировочный анализ объекта культурного наследия является наиболее трудоемкой и важной составляющей процесса подготовки его к реставрации. Очень часто этот этап рассматривается как основной, поскольку он позволяет перевести полученную информацию об объекте на профессиональный архитектурный уровень и дать исчерпывающее представление не только о виде памятника, но и о всех его размерах. Полученные в процессе архитектурно-планировочного анализа обмерные чертежи служат подосновой для разработки проекта реставрации [1–3].

Большие сложности возникают при проведении архитектурно-планировочного анализа круп-

In the article the results of research works of a large-scale object of cultural heritage of the Earth mound of the Krasnoyarsk fortress with application of aerial photography from the unmanned aerial vehicle are presented. The Krasnoyarsk fortress is a unique monument of military fortification architecture of Russia of the first half of the XVIII century and one of the largest defensive lines in Russia, created for protection of the southeastern edge of the European Russia against attacks of nomads. The results of vertical and oblique aerial photography allow to reveal the general architectural and planning composition of the Earth mound of fortress as well as to see all the area of a complex and to define the territorial unity with other fortification constructions. The methods of use of unmanned aerial vehicles give materials about the object in study and allow to bind its spatial location to the coordinate system of the terrain, to create three-dimensional model of the area, to compare the received images with the available historical cards and plans, which will significantly facilitate the task of registering the Fortress with the security authorities and withdrawing its territory from economic use.

Keywords: reconstruction, vertical and oblique aerial photography, unmanned aerial vehicles, aerial photography, multicopters, earth mound of the Krasnoyarsk fortress

ных объектов культурного наследия из-за их больших размеров и точного определения на местности.

За последнее десятилетие в предварительных исследованиях в сфере реставрации архитектурного наследия широкое распространение получили беспилотные летательные аппараты, позволяющие делать работу наиболее результативной. В этом направлении одной из перспективных технологий, использующихся в реставрационной практике для получения наиболее полного пространственного представления об объекте культурного наследия, является аэрофотосъемка с применением дронов (от англ. drone – трутень), квадрокоптеров, мультикоптеров – это летательные аппараты, построенные

по вертолётной схеме с тремя и более несущими винтами.

Первый четырехроторный вертолет, он же квадрокоптер, был создан Георгием Ботезатом в 1922 г. (рис. 1). Георгий Александрович Ботезат – русско-американский авиаконструктор, учёный, изобретатель и математик, построивший один из первых вертолётов (рис. 1).



Рис. 1. Вертолёт Ботезата, 1922 г. Архив Минобороны России

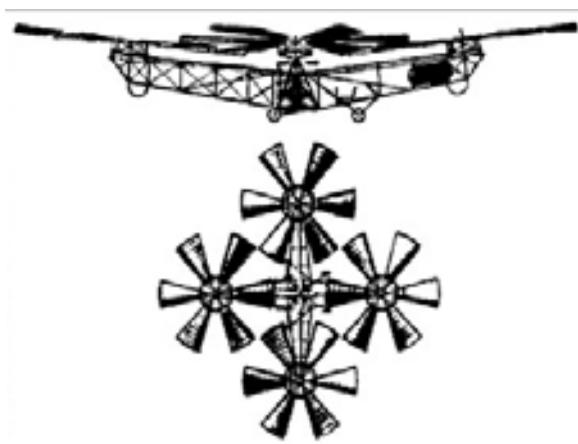
точно определить в ландшафте слабозаметные очертания и остатки древних построек, которые не удастся обнаружить обычными наземными способами съемки, а также осуществить точную и объективную фиксацию, необходимую для выполнения обмерных чертежей.

Полученные материалы могут оказаться единственными объективными документами, на которых с фотографической подробностью и точностью может быть зафиксирован объект культурного наследия и его расположение на момент съемки [3]. Особенно затруднено восстановление планировки больших объектов культурного наследия, подвергшихся губительному воздействию времени и погребённых под слоем разрушения. При изучении таких памятников аэрофотоснимок является важнейшим, а в отдельных случаях единственным источником изучения планировки как объекта в целом, так и отдельных его частей [4].

Так, например, весьма эффективными при архитектурно-планировочном анализе оказались результаты аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата объекта культурного наследия «Земляной вал Красноярской крепости», расположенного в Самарской области, Красноярском районе, селе Красный Яр.

Красноярская крепость была построена в 1731-1736 гг. для защиты русских поселенцев от набегов калмыков, башкир и входила в состав Новой Закамской линии – уникального памятника военного фортификационного зодчества России первой половины

Применение аэрофотосъемки с дронов дает большое преимущество в архитектурно-планировочном анализе крупных объектов культурного наследия по сравнению с аэрофотосъемкой, выполненной с самолёта, которая наиболее дорогостоящая и предназначена для крупномасштабных работ. Аэрофотосъемка, выполненная с дронов, позволяет более



XVIII столетия, одной из крупнейших в России оборонительных линий, созданных для защиты юго-восточной окраины европейской России от нападений кочевников (рис. 2). Она состояла из совокупности отдельных фортификационных сооружений – крепостей, фельдшанцев, редутов, соединенных между собой засеками, валом и рвом. Вся эта непрерывная система укреплений протянулась примерно на



Рис. 2. Красноярский оборонительный комплекс. Проект 1734 г. Архив <http://туряр.рф>

240 км – от реки Самары (при впадении в нее Большого Кинеля), до реки Кичуй.

В планировании и создании оборонительной черты отразились особенности тогдашней фортификационной науки, когда механическое восприятие теории западных военных инженеров нередко не соответствовало действительным нуждам обороны южных и юго-восточных границ государства.

Руководили строительством Новоказамской линии и Красноярской крепости Ф. В. Наумов и военный инженер генерал-поручик И. А. Бибиков (рис. 3).

Земляной вал Красноярской крепости в плане представляет прямоугольник, близкий к квадрату,



Рис. 3. Генерал-поручик И. А. Бибиков

Красноярская крепость являлась самым мощным оборонительным пунктом из всех вновь построенных по укрепленной линии. По численности гарнизона (четыре роты конной ландмилиции и одна пехоты) она превосходила даже Черемшанскую крепость (три роты конницы и одна пехоты).

Внутри Красноярской крепости было построено 64 избы. В каждой размещались 10 человек военных, не считая членов их семей, в итоге получалась изба-казарма. В случае нападения противника в крепости мог разместиться гарнизон численностью более 500 человек.

В конце 1735 г. в Красноярском поселении проживало несколько тысяч человек. Здесь были церковь, штаб, дома для офицеров и священников, кузница, караульня, магазин, пороховой погреб, колодец и много других хозяйственных и административных построек [6].

В настоящий момент на территории бывшей крепости размещается многофункциональный спортивный комплекс со следующими строениями: здание проката, спортзал, детская игровая площадка, поле для минифутбола, хоккейная площадка, бего-

противоположными углами примыкавший к оборонительной линии. Все четыре угла оборонительного сооружения увенчиваются бастионами. На одной из внешних сторон Красноярской крепости находится рavelин. Вокруг рва шел покрытый путь с гласисом, на восходящих и исходящих углах сделаны плацдармы. Все бастионы крепости пусты. Внешняя сторона (экстериор) полигона Красноярской крепости достигала 125 сажен (около 267 м). Наружная и внутренняя крутости земляного вала были укреплены дерном. Высота наружной крутости составляла 15 футов (около 4,6 м). В системе укреплений имелось несколько въездов (рис. 4).

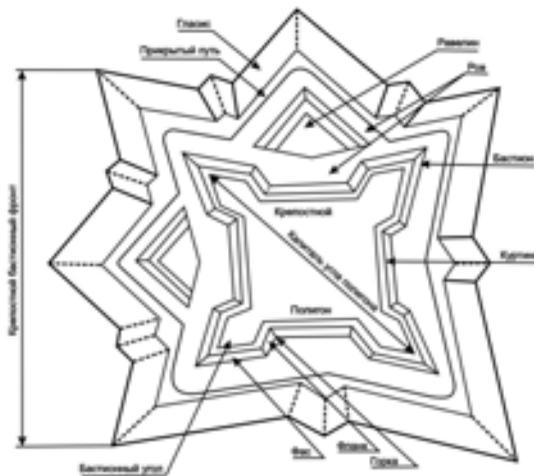


Рис. 4. Основные компоненты крепостей и фельдшанцев Новой Закамской линии [5]

вая дорожка, футбольное поле, сектор для прыжков в длину, сектор для метания гранат и прочие вспомогательные сооружения.

Исследование Красноярской крепости с воздуха производилось в весенний период года, когда растительность еще не скрыла конфигурацию объекта в виде земляного укрепления, состоящего из линии вала и рва, имеющих прямоугольную в плане форму с четырьмя бастионами и полевым укреплением – рavelином треугольной в плане формы.

Именно на данном этапе аэровизуальных наблюдений и фотографирования с воздуха была получена наиболее полная информация о планировке уникального памятника военного фортификационного искусства России первой половины XVIII столетия. Во время исследования крепости производилась перспективная и плановая аэрофотосъемка с высоты 150–200 м и было сделано несколько десятков плановых перспективных аэрофотоснимков. При этом фотографирование производилось как по солнцу, так и против солнца при небольшом наклоне камеры беспилотного летательного аппарата в сторону фотографируемого объекта. Это дало возможность

выявить общую архитектурно-планировочную композицию изучаемого объекта, при этом особенно отчетливо прослеживалась линия вала и рва, покрытая дерном.

В процессе исследования степени утрат первоначального физического облика объекта было установлено, что земляная крепость имеет 5 % утрат (первоначальный внешний облик объекта изменен несильно, сохранилась конфигурация крепости с четырьмя бастионами, контуры земляной крепости сглажены), рavelин – 5 % утрат (сглаживание контура полевого укрепления). Деловой двор, где стояли изба и кузница, магазин для инструментов и материалов, сарай, утрачены на 100 % (постройки внутри крепости не сохранились). Земляной вал в передачах села утрачен на 100 % (отходивший с двух сторон от крепости сплошной земляной вал с редантами утрачен в пределах села). Земляной вал за переделами села утрачен на 70 % (сохранились значительные по протяжённости участки земляного вала с редантами и фельдшанцами, отходящие в северо-восточном направлении от Красноярской крепости в сторону Сергиевской крепости). Сплошная линия вала и рва начинается за с. Хорошенькое, с противоположной стороны от дороги на Урал, параллельно трассе данной дороги. Общее состояние земляного вала Красноярской крепости оценивается как удовлетворительное, несмотря на то, что крупные объекты культурного наследия наиболее интенсивно подвержены разрушению.

В процессе архитектурно-планировочного анализа объекта культурного наследия Земляного вала Красноярской крепости основным источником обзорной информации являлись аэрофотоснимки с беспилотного летательного аппарата, космическое изображение и натурные обследования. Материалы плановой аэрофотосъёмки по точности и полноте превосходят все данные, полученные при любых способах наземной топографической съёмки. Аэрофотоснимок дает возможность одновременного обозрения большой территории в плановом изображении (изображение, близкое к ортогональной проекции), поэтому скрытые землей или растительностью участки логически дополняют видимые контуры [3].

Главным при производстве аэрофотосъёмки являются выбор и соблюдение оптимальных условий фотографирования. Поэтому она производится по определенной методике, предусматривающей использование выгодного освещения объекта, выбор сезонного и суточного времени съёмки, температурно-влажностного режима, скорости и направления ветра, высоты полета беспилотного летательного аппарата [3].

Проведенные архивные и документальные исследования Красноярской крепости показали, что специальные съёмки с самолетов практически не выполнялись, так как размеры объекта культурного

наследия незначительны по площади и заказная аэрофотосъёмка оказывалась чрезмерно дорогой.

Таким образом, предложенные методические приемы использования беспилотных летательных аппаратов и полученные с их помощью предварительные материалы разведки местности позволяют составить объективное представление об исследуемом объекте, точно определить и привязать его пространственное местоположение к системе координат местности, создать трехмерную модель территории, сопоставить полученные изображения с имеющимися историческими картами и планами [7,8]. Все эти приемы позволяют выявить общие закономерности в расположении и структуре объекта исследования, что позволяет существенно облегчить задачу по постановке на учет в охранные органы и выводу его территории из хозяйственного использования [9–12].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вавилонская Т.В.* Стратегия обновления архитектурно-исторической среды: монография / СГАСУ. Самара, 2008. 368 с.
2. *Басс Н.И.* Технология реставрации и консервации объектов культурного наследия / СГАСУ. Самара, 2011.
3. *Орлова Н.А., Орлов Д.Н.* Семиотика поверхности в ландшафтном проектировании и благоустройстве // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 69-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2012. С. 433–434.
4. *Халиков А.Х., Игонин Н.И.* Аэрофотосъёмка крупных археологических объектов // Научные обзоры и сообщения. 1974. №7. С. 67.
5. *Дубман Э.Л.* Новая Закамская линия: судьба, проект, строительство: монография. Самара: Самарский гос. ун-т, 2005. 300 с. Изд. второе, испр. и доп.
6. *Нзеха Мухсен Азиз.* Разработка концепции и технологии аэрокосмического мониторинга архитектурно-археологических объектов: автореферат дис. ...кандидата технических наук / Московский ун-т геодезии и картографии (МИИГАиК). М., 2009. 300 с.
7. *Литвинов Д.В.* Современные методы аэрофотосъёмки с беспилотных летательных аппаратов при обследовании и реставрации памятников архитектуры // Приволжский научный журнал. 2015. № 4 (36). С. 113–117.
8. *Литвинов Д.В.* Современные методы аэрофотосъёмки при архитектурно-планировочном анализе городской территории // Градостроительство и архитектура. 2015. № 1 (18). С. 35–41. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.01.6.

9. Быков А.Л., Костюк А.С., Быков В.Л. и др. Применение материалов аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата для картографического обеспечения археологических работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX международный научный конгресс 15-26 апреля 2013 г.: сборник материалов Международ. научн. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология. Т.1. Новосибирск, 2013. С. 80–86.

10. Батраков Ю.Г., Скубиев, Каширкин С.И. Опыт аэрофотосъемки земельного участка беспилотным летательным аппаратом // Геодезия и картография. 2010. № 8. С. 42–47.

11. Хлебникова Т. А. О создании цифровых ортофотопланов по материалам аэрофотосъемки для территориального кадастра // Геодезия и картография. 2001. №5. С. 23–26.

12. Костюк А. С. Особенности аэрофотосъемки со сверхлегких беспилотных летательных аппаратов // Омский научный вестник. Серия: Ресурсы Земли. Человек. Омск, 2011. № 1 (104). С. 236–240.

Об авторе:

ЛИТВИНОВ Денис Владимирович

кандидат архитектуры, профессор кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел.(846)333-38-44
E-mail: Litvinov-dv@mail.ru

LITVINOV Denis V.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846)333-38-44
E-mail: Litvinov-dv@mail.ru

Для цитирования: Литвинов Д.В. Современные методы аэрофотосъемки при архитектурно-планировочном анализе объектов культурного наследия // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №4. С. 110-114. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.19. For citation: Litvinov D.V. Modern methods of aerial photography for architectural and planning analysis of cultural heritage objects // Urban construction and architecture. 2017. V.7, 4. Pp. 110-114. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.19.