

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА В РЕАЛИЯХ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Выграненко К.Н.

**научный руководитель кандидат архитектуры, профессор Геращенко С.М.
*Сибирский Федеральный Университет***

В статье рассматривается способ получения трехмерной информации при помощи фотограмметрии для проектирования, возведения и эксплуатации инженерных сооружений, наблюдения (мониторинга) за состоянием архитектурных ансамблей, зданий и памятников. Современный опыт применения данной дисциплины в широчайшем диапазоне прикладных наук позволил представить фотограмметрию, как один из самых производительных и высокоточных способов получения полноценных данных. Показаны возможности создания 3d моделей для реконструкции архитектурных и градостроительных объектов на основе фотоматериала, а также варианты их использования в виртуальном проектировании. Дальнейшее программное и инструментальное развитие фотограмметрии создает предпосылки изменения существующей методики обмеров для наблюдения за состоянием архитектурных ансамблей, зданий и памятников. Предложена попытка внедрения фотограмметрического опыта в процесс студенческого проектирования, а также создание методических указаний по использованию данной технологии.

В настоящее время наблюдается феноменальный прорыв цифровых технологий во все сферы развития общества. На глазах одного поколения радикально изменились подходы ко многим областям науки, образования и искусства. Это так же затронуло образовательную и профессиональную зоны архитектуры: содержание обучения, методы трансляции профессиональных знаний и средств деятельности.

В условиях современного информационно-компьютерного проектирования остро стоит вопрос оперативного получения высокоточных данных о поверхности земли, для решения задач обоснования инвестиций и проектирования различных объектов, от зданий, автомобильных и железных дорог до градостроительства и обустройства месторождений полезных ископаемых. Потребности в качественной топографической основе местности все время возрастают, а сроки на выполнение всего комплекса изыскательских работ сокращаются. Кроме того, современные рыночные отношения заставляют искать и использовать то новое, что может способствовать улучшению качества работ при одновременном сокращении затрат времени, и, следовательно, повышать конкурентоспособность предприятия. При этом классической двумерной топографической съемки уже не всегда достаточно, меняется инструментарий и методика ведения работы.

Существует несколько способов получения топографической информации [4].

- Тахеометрическая съемка - метод полевых работ с помощью теодолита или тахеометра и дальномерной рейки.
- Космическая съемка- метод получения данных с помощью спутника.
- Аэрофотосъемка и фотограмметрия.
- Лазерное сканирование.

Самым распространенным и часто применяемым в обычном архитектурном проектировании по прежнему остается метод тахеометрической съемки, требующий

затратных полевых геодезических работ и достаточно большого времени от момента проведения съемки до вывода конечной продукции.

На сегодняшний момент особый интерес вызывает не менее старый, но (получивший новый виток развития) стремительно развивающийся метод фотограмметрического построения поверхности земли.

Фотограмметрия выделилась из геодезии в начале IX столетия, благодаря применению новых начал измерительной техники, основанных на способности объектива строить изображения объектов, возможности регистрации этого изображения фотохимическими методами и измерения его с помощью оптических, механических или электронных приборов и инструментов.

Фотограмметрия (Photogrammetrie является производным от греческих слов *phōtos* – свет, *gramma* – запись и *metreō* – измерение; дословно – измерение светозаписи.) – научная дисциплина, изучающая способы определения формы, размеров и пространственного положения объектов в заданной координатной системе по их фотографическим и иным изображениям [3].

Архитектурная фотограмметрия является одним из основных средств определения формы, размеров, пространственного положения и изучения качественных характеристик различных архитектурных и градостроительных объектов с помощью бесконтактного определения координат точек объекта и на основе воспроизведения модели объекта по стереопаре, т. е. как минимум по двум снимкам объекта, получаемым с различных точек пространства. Важным качеством фотограмметрических материалов является возможность эффективно обрабатывать их с использованием компьютера и программных средств.

Основными задачами фотограмметрии являются: обмеры и обследования архитектурных сооружений; фиксация памятников архитектуры и градостроительства; наблюдение за смещением сооружений; составление на основе материалов аэрофотосъемки и наземной фотосъемки документов, используемых в качестве подоснов для градостроительного проектирования, топографических карт, данных для геоинформационных систем.

В развитии фотограмметрии отмечают три этапа, в соответствии с которыми выделяют: аналоговую фотограмметрию, аналитическую фотограмметрию и цифровую фотограмметрию [3].

Каждый этап характеризуется, прежде всего, приборами и технологиями, которые применяются для обработки снимков с целью получения указанных характеристик объектов.

Фотограмметрию по способу проведения работ условно можно разделить на:

- наземную,
- авиационную,
- спутниковую.

По цели применения:

- топографическую (при аэрофотосъемке),
- архитектурную (наземную объемно-пространственную),
- реставрационную (применительно мелких деталей),
- археологическую (для фиксации археологических находок),
- "медийную" (применение в киноиндустрии и средствах массовой информации).

Фотограмметрия с одним изображением занимается разработкой фотограммов, с двумя изображениями - разработкой стереограммов, топографическая - разработкой карт, нетопографическая - разработкой близко расположенных объектов, а наземная, авиационная и спутниковая - разработкой фотоснимков с разной высоты [6]. Возможность генерировать не только виртуальные, безмасштабные численные карты,

но и такие продукты как: цветные цифровые ортофотокарты, численные модели территории, виды территории в перспективе или же объёмные пространственные модели, позволила применять фотограмметрические методы не только в геодезии для разработок карт, но и в архитектуре (документация фасадов), археологии (документирование расчистки грунта), геологии (составление основ для тематических карт), полиции (экстренная проверка места ДТП), промышленности (контроль геометрии выполнения продуктов и управление производственными процессами), градостроительстве (пространственные модели городов) и многих других отраслях.

В настоящее время на первый план в фотограмметрии выступают методы цифрового моделирования местности (ЦММ), которые являются новой информационной основой градостроительного проектирования, способной заменить или существенно дополнить традиционную форму подготовки топографических карт и планов. Наиболее широкое применение ЦММ могут найти в системах автоматизированного проектирования (САПР), поскольку их применение позволяет сравнивать большое число вариантов размещения объектов на местности и выбирать среди них оптимальный.

Использование ЦММ гарантирует полную объективность и достоверность материалов, полученных на основании высокоточных фотограмметрических измерений [7].

Результатом обработки данных такими программами может быть :

- ортофотоплан местности,
- Триангулированная трехмерная модель ландшафта или строения,
- Трехмерное цветное облако точек (технология Point Cloud) [5].

На сегодняшний день существуют и активно развиваются несколько основных программных приложений, в области цифровой фотограмметрии:

- Agisoft Photoscan,
- Autodesk ReCap и 123d catch,
- Pix4D mapper,
- Photomod.

Автоматизируя процесс фотограмметрической обработки данных, с помощью программ, метод получения топографической информации становится доступным не только для специалистов в области геодезии и картографии.

Особо нужно отметить продвижение в этой сфере компании Autodesk, которая продвигает свои приложения в сферу массового использования данной технологии, не привязываясь только к профессиональным аспектам архитектурной или топографической деятельности.

Так например, программы ReCap Photo и 123d catch полностью бесплатны и работают онлайн, проводя вычисления в облачных сервисах Autodesk 360, что дает возможности открыто использовать данную технологию в проектировании , студенческой деятельности или даже повседневной жизни, например в качестве наглядного пособия для презентации.

В Российской практике методы новой цифровой фотограмметрии пока применяются не так активно, и чаще всего, в области аэрофотосъемки (Рис1). Например, на территории Красноярского края исследования в данной области ведется научно-производственным предприятием ГеоСервис на базе беспилотных комплексов БПЛА[1]



Рисунок1: трехмерная модель рельефа, полученная при помощи беспилотного комплекса БПЛА; Рисунок2: октокоптер для аэрофотосъемки.

В зарубежной практике технология фотограмметрического сканирования за последние два года стала использоваться гораздо чаще. Это связано с появлением новых способов получения фотоматериалов, например, с использованием quadro и октокоптеров(Рис2).

Разработчики программ для архитектурного и градостроительного проектирования начали политику по активному внедрению форматов для работы с облаками точек [5], полученными в результате фотограмметрического анализа.

На сегодняшний день активно развиваются приложения(комплексы) информационного моделирования (или BIM), работа в которых напрямую связана с построением трехмерной модели среды, содержащей всю информацию о своих составляющих в виде иерархического набора, связанных между собой параметров. Данный факт позволяет существенно ускорить процесс принятия проектных решений и минимизировать сроки на внесение изменений.

К сожалению, пока не создана нормативная база и методологические указания пользования технологией цифровой фотограмметрии, в архитектурной и градостроительной деятельности.

Цель авторского исследования- создать методические указания для применения цифровой фотограмметрии в практике строительства, реконструкции и реставрации, ландшафтном и градостроительном проектировании, а также в студенческом проектировании, для построения цифровых моделей рельефа, объектов архитектуры, городской скульптуры, архитектурных деталей зданий.

Автором статьи была предпринята попытка самостоятельного фотограмметрического обследования лестницы на городской набережной реки Енисей (Рисунок3). Тема лестницы выбрана, как простейший и наглядный объект градостроительной среды. Данный тип объекта рассматривается в градостроительном образовании в рамках дисциплины "Градостроительное проектирование" на первом курсе обучения у студентов бакалавров, что делает пример использования технологии наглядным и актуальным.



Рисунок3:лестница набережной реки Енисей.

Для фотограмметрической обработки понадобились: фотоаппарат и рулетка. Технологический процесс получения трехмерной модели рельефа и расположенной на нем лестницы состоит из следующих этапов:

1. Натурное обследование объекта, измерение при помощи рулетки характерных элементов для дальнейшего приведения полученной модели к нужному масштабу(достаточно измерить высоту ступени и ширину марша).
2. Прокладывание наиболее логичного маршрута для фотографирования объекта.
3. Фотографирование объекта по заданному маршруту .
4. Последующее обрабатывание отснятого материала в фотограмметрической программе Agisoft Photoscan.
5. Экспорт и применение полученных данных (рис4) в программе информационного моделирования Autodesk Revit (рис5,6,7).



Рисунок4:цветное облако точек[5],полученное в результате обработки лестницы в программе Agisoft Photoscan.

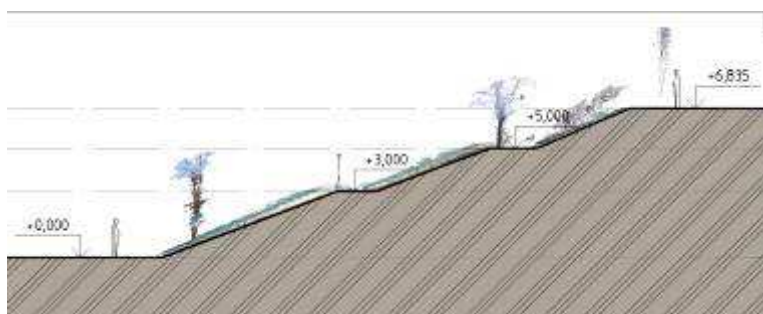
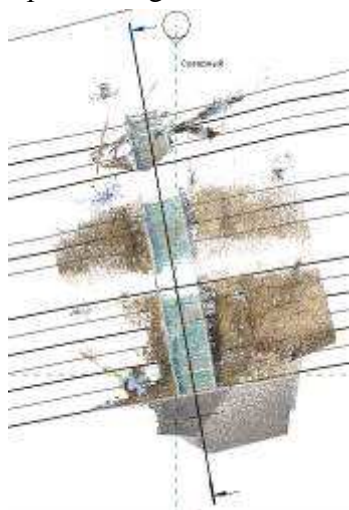


Рисунок6: разрез рельефа в Autodesk Revit, построенный по результатам фотограмметрического сканирования.

Рисунок7: Вид облака точек[5]в плане, экспортированного в Autodesk Revit.



Рисунок5: совмещение результатов фотограмметрического сканирования и построенной по ним поверхности рельефа в Autodesk Revit

Результатом работы станут методические указания по использованию фотограмметрического получения данных о рельефе местности и расположению на нем объектов в виде облака точек [5], в системах информационного моделирования (BIM) на примере программы Autodesk Revit.

Опираясь на пример обследования лестницы, следует предположить, что применение современных методик фотограмметрического цифрового анализа в реалиях архитектурно-градостроительного проектирования создает предпосылки изменения существующих способов обмеров объектов: фасадов зданий, сооружений и ландшафтных элементов. Достижения в области цифровой фотограмметрии подняли ее авторитет на высокий уровень. Скорость обработки материалов и точность являются преимуществами данной технологии, положительные результаты которой, по-новому влияют на методику студенческого и профессионального проектирования, а следовательно, на мышление, делая его более свободным и творческим.

Список литературы

1. Автономные аэрокосмические системы- ГеоСервис. <http://www.uav-siberia.com/>(дата обращения 02.03.2014 19:20)
2. А. Ануфриев. Трехмерный взгляд на мир. http://www.rusoil.ru/opinions/o09.01.08_55.html (дата обращения 07.04.2014 19:20)
3. Безменов В.М. Фотограмметрия. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции. Учебно-методическое пособие для физического факультета. Казань 2009г . — 5 с.
4. Е.С. Бойко. Современные методы исследования поверхности земли в инженерно-топографических изысканиях. Статья по материалам публикации в журнале «Инженерные изыскания», № 3, 2009г http://www.sevkavip.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=63:publication3&catid=37:2012-05-22-08-04-40&Itemid=74(дата обращения 07.04.2014 19:20)
5. Д. Козлов; В.Турлапов. Нижегородский Государственный Университет. Алгоритм восстановления поверхности из облака точек на графическом процессоре. <http://www.graphicon.ru/proceedings/2010/conference/RU/Se5/44.pdf>. (дата обращения 03.04.2014 19:09)
6. Польский сайт «Фотограмметрия». <http://www.wpg.com.pl/ru/uslugi/fotogrametria>
7. Проект Холдинг. <http://www.prhold.ru/citiprojecta65.html> (дата обращения 07.04.2014 19:20)
8. Ю. С. Тюфлин. Новые старые задачи фотограмметрии. <http://www.gisa.ru/3774.html> (дата обращения 03.04.2014 19:09)