

Съемки HDS в пещерах Киево-Печерской Лавры

Историческая справка.



Киево-Печерская Лавра – древнейший православный монастырь, колыбель монашества на Руси и твердыня православной веры. Свою историю лавра начинает с 1051 года, со времен правления Ярослава Мудрого. Основателями лавры были монахи Антоний и один из его первых учеников – Феодосий. Князь Святослав II Ярославич подарил монастырю плато над пещерами, где позже выросли украшенные живописью прекрасные каменные храмы, кельи, крепостные башни и другие строения. В XII веке монастырь получил статус «лавры» – главного большого монастыря. В первой четверти XIII века в монастыре было создано уникальное произведение – «Киево-Печерский Патерик».

Играя значительную роль в объединении восточнославянских земель, являясь духовным, социальным, культурным и просветительским центром, Печерская обитель пользовалась заслуженной славой не только на Руси, но и в Польше, Армении, Византии, Болгарии и других странах.

С Лаврой связаны имена летописца Нестора (автора «Повести временных лет»), художника Алипия (родоначальника особенного, отличного от греческого, иконописного искусства), просветителя Петра Могилы, историка Иннокентия Гизеля и многих других.



В Киево-Печерской Лавре находится упокоение нетленных мощей угодников Божьих в Ближних и Дальних пещерах. Здесь хранятся мощи преподобного Илии Муромца, который нередко отождествляется с былинным богатырём. Также в Лавре находится могила Петра Аркадьевича Столыпина. Комплексы Ближних и Дальних пещер – основные достопримечательности Лавры. С 1990 г. Киево-Печерская Лавра включена в список всемирного наследия ЮНЕСКО.



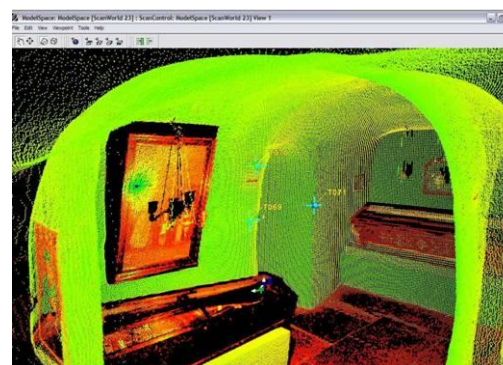
Выполнение работ.

В июле 2007 г. специалистами НПП «Навигационно-геодезический центр» (Украина, г. Харьков) было выполнено лазерное сканирование комплекса Дальних и Варяжских пещер Киево-Печерской Лавры. Цель проекта – создание TIN-поверхности модели объекта, получение топографического плана масштаба 1:500 в местной системе координат, построение профилей и сечений коридоров и помещений пещер. Геодезические работы по созданию съемочного обоснования проводило ДП «Укргеодезмарк» ОАО «Киевметрострой». Работы по лазерному сканированию выполнялись лазерной сканирующей системой Leica ScanStation («Leica Geosystems», Швейцария), обработка результатов – в программном комплексе «Cyclone 5.6» того же производителя.

В связи с огромной посещаемостью пещер (экскурсии, паломники) сканирование производилось в ночное время. Было выполнено свыше 130 сканов посещаемой части Дальних пещер и около 30 сканов закрытых для посещения Варяжских пещер. Общая протяженность снятых пещер составила около 450 метров.

Перед началом сканирования в пещерах геодезистами ДП «Укргеодезмарк» ОАО «Киевметрострой» были проведены работы по созданию съемочной сети с определением координат опорных точек сети в местной системе координат.

Каждый «съемочный день» начинался и заканчивался координированием стандартных визирных марок Leica Geosystems HDS, используемых в работе для связи сканов между собой. Кроме того, для контроля периодически в процессе съемки координировались «перекрывающиеся» в соседних сканах марки. Сразу же

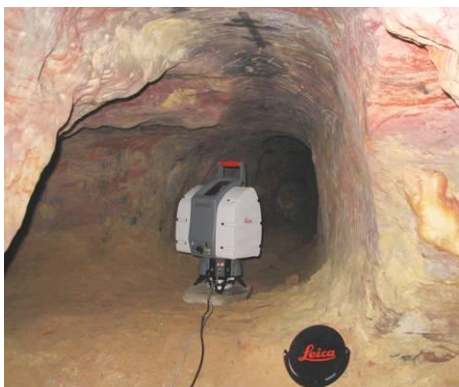


производилась пробная «сшивка» смежных сканов с их уравниванием. В последующем было выполнено более тщательное уравнивание облаков точек всех сканов в модуле «Cyclone-REGISTER». При этом средние квадратические ошибки составили: «сшивка» сканов между собой – не более 4 мм; определение координат объектов относительно точек съемочной сети – не более 8 мм. Съемка велась с разрешением 1-5 см.



Для удобства был изготовлен удлиненный соединительный кабель сканера с ноутбуком (типа Ethernet), т.к. длина имеющегося в наборе кабеля составляет всего 4 метра. Новый кабель позволил значительно сократить количество перемещений оператора с ноутбуком при перестановках сканера с точки на точку.

Работы усложнялись тем, что коридоры в пещерах узкие, а помещения церквей и вспомогательных комнат – небольшие по площади, кроме того, у них довольно сложная конфигурация. Поэтому, была выбрана методика сканирования с помощью скриптов (специально написанных в «Cyclone» сценариев-макрокоманд отдельно для каждой области сканирования). Такая методика сканирования позволила получить одинаковое разрешение при съемке объектов на разном удалении от сканера.



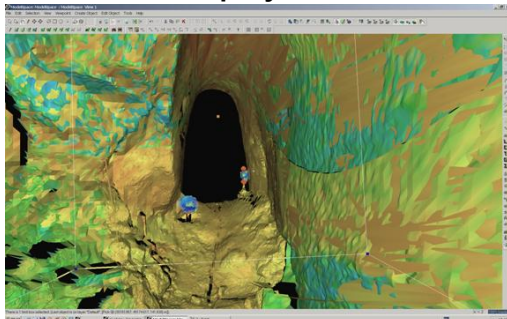
Самыми сложными для съемки оказались Варяжские пещеры. В некоторых местах расстояния между соседними стоянками сканера были не более 1.5-2 м, а высота пещерных сводов над уровнем пола – около одного метра. Постоянная температура в Варяжских пещерах держится круглый год от +8° до +12° С, а влажность достигает 100%. Благодаря установленному там бригадой МЧС освещению (несколько ламп-софитов по 300 кВт), стало возможным продвижение со сканером вглубь пещер. Поскольку Варяжские пещеры представляют собой необработанную выработку в грунте, то песок присутствовал везде. Для защиты пришлось упаковать ноутбук в прозрачную пленку, а также закрывать сканер при перемещениях. Кроме того, для просушки, во избежание остатков влаги, после выхода на поверхность сканер включали снова и давали поработать некоторое время.



Необходимо отметить, что общая продолжительность работы сканера от двух аккумуляторов, входящих в комплект поставки ScanStation, составляет 6 часов. Для увеличения общего времени работы была использована следующая схема: первый аккумулятор после отработки (примерно 3-х часов) ставился на подзарядку в процессе работ. В дальнейшем после отработки второго аккумулятора подзаряженный первый аккумулятор подключался к сканеру, что позволяло проработать им еще 2-3 часа. Второй аккумулятор ставился на подзарядку, и затем, если требовалось, использовался, как и первый. Это позволило довести общее время работы сканера от двух аккумуляторов до 9-10 часов. К выше описанным манипуляциям пришлось прибегнуть лишь из-за того, что в наличии не было блока питания от сети 220В.

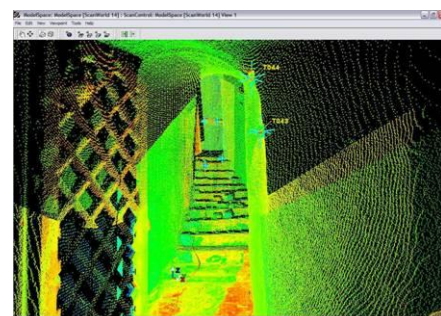
В целом нужно отметить, что лазерная сканирующая система Leica ScanStation – достаточно надежная в эксплуатации. Это в очередной раз подтверждено результатами работы с ней в нестандартных, а порой и экстремальных условиях.

Использование результатов съемки.



Полученные в результате обработки данные лазерного сканирования, кроме вышеуказанного предназначения, играют важную роль в сохранении историко-культурного наследия и в дальнейшем также могут служить основой для создания полноценной трехмерной цифровой модели комплекса пещер. При этом внутреннее содержание пещер может быть отображено с достаточной степенью детализации (съемка производилась довольно подробно) и реальными текстурами.

Имея в своем распоряжении столь уникальные данные, полученные при помощи лазерной сканирующей системы Leica ScanStation, для Киево-Печерской Лавры становится реальностью создание собственной трехмерной географической информационной системы (3D ГИС). В этом случае трехмерные данные лазерного сканирования в несколько раз облегчают задачу создания такой 3D ГИС.



Вначале, отдельной разработкой возможно создание фотореалистичной 3D ГИС комплекса пещер с интерактивной визуализацией. В общем виде такая трехмерная ГИС может включать следующие этапы:

- создание трехмерной фотореалистичной модели в актуальном виде, включая следующие элементы: фотореалистичный план окружающей территории (наземная часть – вход и выход, близлежащие здания, др. элементы ландшафта); векторные карты-схемы с изменяющимся масштабом на соответствующий район г. Киева и самой Лавры – для осуществления навигации; наглядная цифровая высотная 3D модель поверхности с отображением комплекса пещер;
- создание информативной базы данных, включающей в себя: базу данных внутреннего содержания пещер (раки, алтари церквей, иконы, образы, светильники, лампы, подсвечники и т.д.), мультимедийную информацию, фото, текстовые документы;
- разработка понятного интерактивного интерфейса 3D ГИС с многопараметрическим поиском информации и возможностью представления результатов на трехмерной модели;
- разработка проекта для создания презентационных материалов – различных тематических презентационных видеороликов на основе интерактивных моделей. Презентационный проект позволяет в интерактивном режиме совершить обход пещер, оценить масштаб занятой ими территории, увидеть все имеющиеся в них достопримечательности (причем в трехмерном виде), создать звуковое и голосовое (комментирующее) сопровождение в сочетании с вызовом информационных справок.

В дальнейшем, при создании трехмерной геоинформационной системы Киево-Печерской Лавры, разработанная ранее 3D ГИС комплекса пещер, явилась бы ее неотъемлемой составляющей частью. Наличие такой 3D ГИС позволило бы с максимальной точностью, скоростью и мельчайшими подробностями в любое время воспроизвести уникальную архитектуру сооружений Лавры, ее внутреннее содержание, произвести проектирование при строительстве или реконструкции объектов. Из опыта обладателей подобных ГИС можно видеть, что создание трехмерной ГИС позволяет:

- стратегически спланировать реконструкцию и развитие территории с точки зрения архитектуры, социальной и инженерной инфраструктуры, инженерно-геологических процессов, экологии, рекреации, эффективного использования земельных ресурсов и т.д.;
- оценить проект с точки зрения формирования единого архитектурного стиля при проектировании новых построек, позиционирования и сочетаемости зданий в составе существующей застройки, существующих и планируемых объектов инфраструктуры и благоустройства территорий;
- произвести посредством интерактивной визуализации мониторинг компоновки зданий, плана инженерных коммуникаций (подземной части и всех типов застройки);
- за счет наглядной визуализации объектов произвести дальнейшую детализацию, контроль и окончательную отработку фасадных решений, внутренних планировок, элементов инфраструктуры и благоустройства территории, ландшафта и дизайна.



В качестве важного преимущества 3D визуализации необходимо отметить также возможность создания различных тематических презентационных видеороликов на основе интерактивных моделей.

В заключении еще раз хочется подчеркнуть, что полученные в результате трехмерной лазерной съемки геоданные при правильном их применении могут служить уникальным материалом для создания геоинформационной системы комплекса пещер, а в дальнейшем и 3D ГИС Киево-Печерской Лавры. Таким образом, будущая трехмерная ГИС даст возможность многим паломникам, не имеющим возможности приехать в Киев, виртуально пройти по святым местам Лавры и поклониться христианским чудесам с помощью новых технологий!