

## **ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЛАГЕРЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН**

***Виктор Семенович Писарев***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: v.s.pisarev@ssga.ru

***Бахтрёр Назруллоевич Ахмедов***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: khudobakhsh@inbox.ru

В статье приводится пример создания цифровой модели геопространства на примере оздоровительного лагеря в республике Таджикистан.

**Ключевые слова:** геопространство, геодезия, горное дело, 3-х мерное моделирование, 3 D модель.

## **THE EXPERIENCE OF CREATING A DIGITAL MODEL ON THE EXAMPLE OF CAMPS IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

***Viktor P. Pisarev***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., associate Professor of the Department of engineering geodesy and mine surveying, tel. (383)343-29-55, e-mail: v.s.pisarev@ssga.ru

***Bachtler N. Akhmedov*** Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., postgraduate student of the Department of engineering geodesy and mine surveying, tel. (383)343-29-55, e-mail: khudobakhsh@inbox.ru

**Keywords:** geospace, surveying, mining, 3-d modeling, 3 D model.

В настоящее время не возможно представить управление народным хозяйством страны без использования современных трехмерных картографических моделей геопространства. В данном случае основной для такого управления является трехмерное моделирование с объектами на исследуемой территории. В последние годы с развитием компьютерной техники и вычислительных мощностей появилась возможность визуализации полноценных 3-х мерных объектов с отображением их реальных размеров, форм и текстур. Такое реалистичное отображение окружающего мира увеличивает значимость трёхмерного моделирования, оно способно изменить технологию и практику управления народным хозяйством. Цифровая трехмерная модель геопространства (ЦТМГ) является системой целого ряда элементов: трехмерная модель земной поверхности, модель наземных объектов (объектов недвижимости), модель недр (геологические модели) и т.д.

Геопространство - географическая оболочка Земли, подлежащая изучению, отображению, моделированию в пределах ограниченной территории, периода времени, объектового состава, перечня и степени подробности его свойств, указанных потребителем геоинформации [1]. Модель геопространства содержит модели предметов и их отношений или, по установившейся терминологии, пространственные объекты. Таким образом, пространственные объекты - это модели пространственных предметов. Рельеф – это тоже пространственный предмет [2].

Цифровая трехмерная модель геопространства (ЦТМГ) построенная на основе облака точек полученных по результатам геодезических измерений является математической моделью всех объектов на местности в том числе деревьев, зданий и др. ЦТМГ в электронном формате позволяют пользователям решать задачи топографии, вести подсчет объемов, проектировать сооружения на ландшафтах, разрабатывать проекты планировки территории, создать проектную документацию: ситуационный план местности, профиль местности, экспликации, спецификации, визуализации и пр..

Создание ЦТМГ методом дистанционного зондирования (аэрофотосъемка, в том числе с применением беспилотных летательных аппарат или лазерных сканеров) на застроенных территория не всегда возможно из-за плотной растительности и тех случаев когда образуются теневые места. В таких случаях специалистам производителям необходимо выполнить непосредственное полевое измерение каждого отдельных характерных объектов с применением тахеометров.

В связи с тем, что 93% территории Республики Таджикистан состоит из гор и использование горных местностей стало неотъемлемой частью землепользования. В настоящее время большее внимание уделяется проектированию не только населенных пунктов, но и других типов уникальных сооружений таких как: лечебно-оздоровительные пункты, туристические базы, крупные рынки, спортивные комплексы, парки и др. Для решения таких инженерных задач при проектировании уникальных сооружений в сложных горно-геологических условиях требуется детальная и достоверная информация о каждом элементе местности в трехмерном виде. При таких условиях, предприятиям занимающимся топографическим деятельностью, приходится обеспечивать потребителей топографо-геодезической продукцией в виде цифровых трехмерных моделей геопространства (ЦТМГ).

В качестве технологии построения трехмерной модели на базе приложений ГИС, можно использовать программу ArchiCAD для построения объектов местности в трехмерном виде.

ArchiCAD - программный пакет для архитекторов, проектировщиков, инженеров строителей, основанный на технологии информационного моделирования (Building Information Modeling - BIM), созданный фирмой Graphisoft [4]. Программа ArchiCAD широко используется при архитектурном проектировании и градостроительстве во всем мире. При работе в пакете используется концепция виртуальной реальности. Суть её состоит в том, что

проект ArchiCAD представляет виртуальную модель реального вида местности. Для построения цифровых трехмерных моделей геопространства на основе топографической съемки, инженер-топограф на начальных этапах работы с созданием ЦТМГ визуализирует все объекты местности, используя при этом инструменты, имеющие свои полные аналоги в реальности: стены, перекрытия, лестницы, инструменты рисования, разнообразные объекты и т. д. Программа ArchiCAD позволяет создавать трехмерные модели местности, модели архитектурных ансамблей, интерьера внутренних помещений, надземных и подземных коммуникаций.

Для выполнения поставленной задачи при проведении топографических работ было необходимо описать характеристики каждого отдельного элемента местности в виде таблицы.

*Таблица*

№ характерной точки	Название объекта	Размеры объекта			Примечание
		Высота	Ширина	Диаметр, длина	
24	Дерево широколиственное	h=9,60м	b=4,20м	d =0,65м	Клен (d-ствол дерева)
41	Дерево хвойное	h=7,40м	b=3,30м	d =0,56м	Ель (d-ствол дерева)
46-51	Беседка	h=3,10м	-	-	6- угольная форма
52-57	2КН	H <sub>цоколя</sub> =0,6 H <sub>этажа</sub> =3,0 H <sub>кровля</sub> =2,8	-	-	Поверх. цвет белый

Примером построенной ЦТМГ на базе программ AUTODESK CIVIL 3D и BIM программ ArchiCAD, является «Оздоровительный лагерь – Ручья» на Ромитском ущельи в Республике Таджикистан. На объекте выполнена инженерно-топографическая съемка масштаба 1:500 с сечением рельефа горизонталями через 0,50 м, общей площадью 3,5га. Съемка твердых контуров произведена полярным способом с определением расстояний до речных точек лазерным тахеометром Sokkia Set RX 650. Камеральные работы были выполнены на базе программ AUTODESK CIVIL 3D. Значения высот от 887,65 м до 902,87 м. Моделирование ситуация местности производилось на базе BIM программ, путем экспорта созданной топографической съемки из CIVIL 3D в ArchiCAD.

Цифровая трехмерная модель геопространства в ArchiCAD создается по горизонталям. Однако есть возможность создания рельефа по данным

геодезических измерений. Обработка полевых измерений производилась с помощью специализированных программ и экспортировалась в формат DXF.

В ArchiCAD для создания объектов виртуальной реальности имеется достаточно наборов библиотек трехмерных объектов, а также имеется возможность задать нужные пользователю размеры. При моделировании можно учитывать элементно-сметные нормы для каждого объекта и в итоге программа сформирует состав сметы расходов (подсчитает объем всех элементов и выдаст полный результат в виде таблицы).

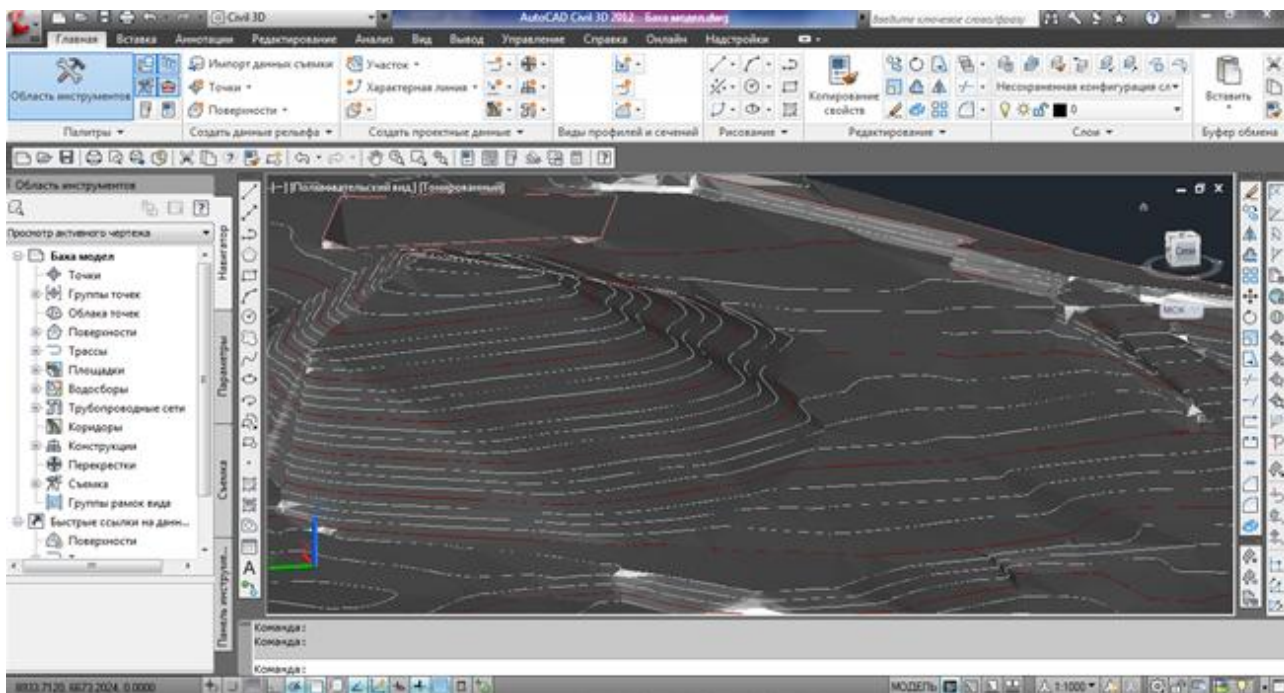


Рис. 1. Построенная цифровая трехмерная модель геопространства по облакам точек в Civil 3D

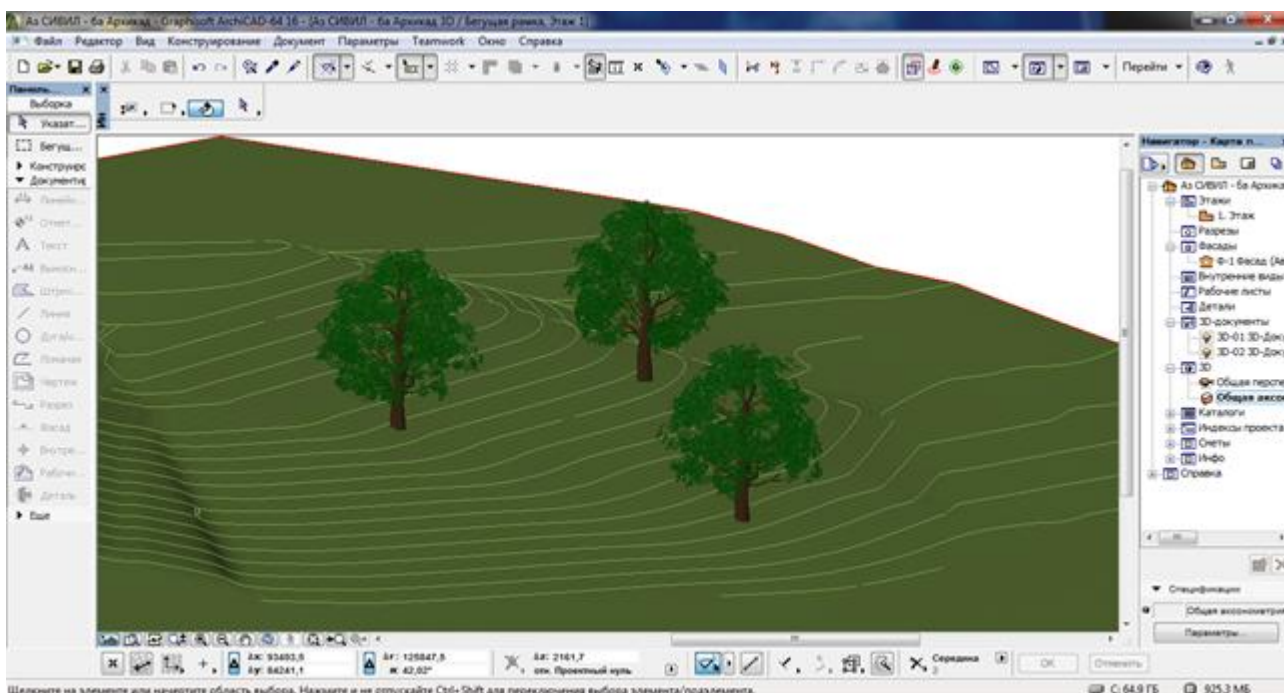


Рис. 2. Построенная цифровая трехмерная модель геопространства по горизонталям в ArchiCAD

Одним из преимуществ наличия полноценной 3-х мерной модели геопространства является возможность вывода на печать ситуационного топографического плана стандартных масштабов. Ниже на рисунке приведен ситуационный план М 1:500.

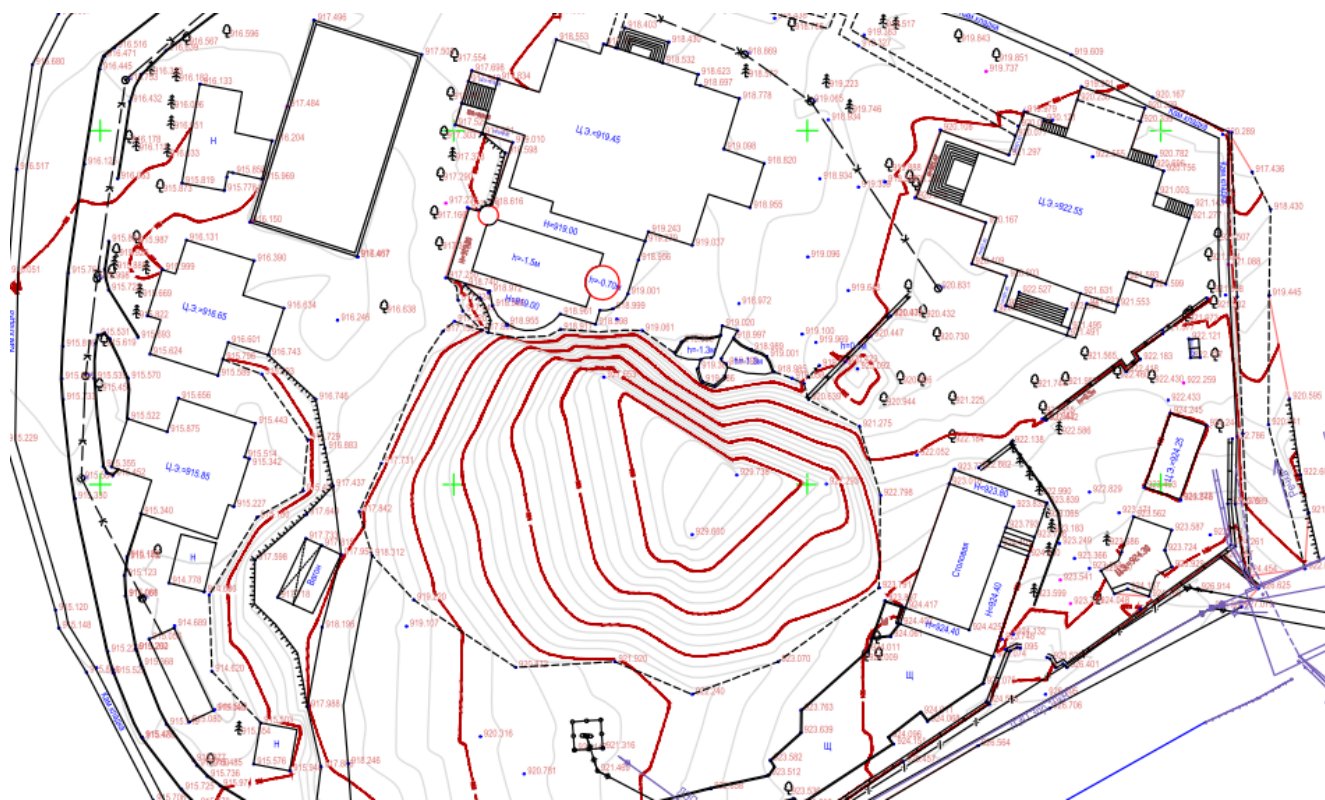


Рис. 3. Обработанный ситуационный план в Civil 3D

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт, А.М. Картография: Учебник для вузов / А.М. Берлянт. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 336 с.
2. Карпик А.И. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: Монография. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
3. Писарев В.С. Использование современных сканирующих систем на открытых горных выработках // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры «От идеи до внедрения». Сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2015. – с. 61-64.
4. ARCHICAD -A 3D architectural BIM software for design & modeling: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ArchiCAD>.
5. Oimoen, M. (2000). An Effective Filter for Removal of Production Artifacts in U.S. Geological Survey 7.5-Minute Digital Elevation Models. Fourteenth International Conference on Applied Geologic Remote Sensing (pp. 311-319). Las Vegas, NV: Veridian ERIM International.
6. Писарев В.С. Использование современных сканирующих систем на открытых горных выработках. Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры «От идеи до внедрения». Сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2015. – с. 61-64.

7. Писарев В.С., Ахмедов Б.Н. Автоматизированное обновление цифровых моделей геопространства. Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017 : XIII Междунар. науч. конгр., 17-21 апр. 2017 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. "Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия": сб. материалов в 2 т. - Новосибирск : СГУГиТ, 2017. - Т. 1. - С. 46-50.

8. Шоломицкий А.А., Писарев В.С. Выбор методов создания и анализ точности подземных маркшейдерских сетей. Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ. Сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф. 17-19 февраля 2015 г. Пермь

9. Лисицкий Д.В., Писарев В.С. Мультимедийное направление в картографии. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2014. - № 3. 1. - С. 41-46.

10. Нурмухаметова А.Т. 3-х мерное моделирование при подсчете объемов полезного ископаемого. Проблемы геологии и освоения недр. Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина

11. Ахмедов Б.Н. Построение цифровых трехмерных моделей геопространства. Сборник научных докладов молодежной научно-практической конференции: «Инженерная графика и трехмерное моделирование» СГУГиТ, 2016. – с. 9-13.

© В. С. Писарев, Б. Н. Ахмедов, 2017