

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2016»** атты  
XI Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2016»**

PROCEEDINGS  
of the XI International Scientific Conference  
for students and young scholars  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2016»**

2016 жыл 14 сәуір  
Астана

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2016»  
атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2016»**

**PROCEEDINGS  
of the XI International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2016»**

**2016 жыл 14 сәуір**

**Астана**

**ӘӨЖ 001:37(063)**

**КБЖ 72:74**

**F 96**

**F96** «Ғылым және білім – 2016» атты студенттер мен жас ғалымдардың XI Халық. ғыл. конф. = XI Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016» = The XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016» . – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2016. – .... б. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-764-4**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**ӘӨЖ 001:37(063)**

**КБЖ 72:74**

**ISBN 978-9965-31-764-4**

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2016

деп аталатын автоматтандырылған аспаптардың көмегімен алынады. тахеометрлік түсіріс теодолитпен де орындалуы мүмкін. бұл жағдайда  $d_1$  және  $d_2$  дальномерлік жіптік қашықтықтарының өлшемдерінің нәтижелеріне, ал ауытқу  $h_1$  және  $h_2 - n_1$  және  $n_2$  тік бұрыштарды қолдануымен тригонометриялық нивелирге сәйкес алынады. Тахеометрлік түсіріс жағдайды түсіреді және бедер түсірісін жасайды.

#### Қолданылған әдебиет

1. Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. – М.: Недра, 1981.
2. Андреева Ф.В. Борисенков Б.Г., Бузятков В.Г., Сытник В.С. Геодезическое обеспечение жилищно-гражданского и промышленного строительства. - М., Недра, 1988.
3. Сытник В.С. Основы расчета и анализа точности геодезических измерений в строительстве. – М.: Стройиздат, 1987.

УДК 528.5

### ИСКАЖЕНИЕ ФОРМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ 3D СКАНЕРА FARO FOCUS 3D

Кучеренко Д.А.

[denkucherenko@mail.ru](mailto:denkucherenko@mail.ru)

магистрант группы М1-71100-02 ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан  
Научный руководитель – к.т.н. Аукажиева Ж.М.

С недавнего времени на рынке геодезических приборов заняли свою нишу 3D сканеры. Принципом действия данных приборов является анализ физических объектов и на основе полученных данных создание их 3D моделей. Вне зависимости от марки производителя, каждый сканер имеет техническую документацию, в которой указаны точностные параметры соответствующего прибора. Как правило, основными из них являются: дистанция сканирования, точность сканирования и подавление шума. В статье же будет рассмотрена погрешность искажения геометрической формы сканируемого объекта в зависимости от вертикального угла сканирования  $\nu$ .

Для исследования был использован 3D сканер FARO Laser Scanner Focus3D X 30 компании FARO. Сканеры данной компании являются одними из самых маленьких и легких лазерных сканеров на рынке, но в то же время они являются идеальными инструментами для внутреннего и наружного применения. Представленный 3D сканер имеет следующие технические характеристики:

- дистанция сканирования – от 0,6 до 30м;
- точность сканирования – до  $\pm 2$ мм. [1]

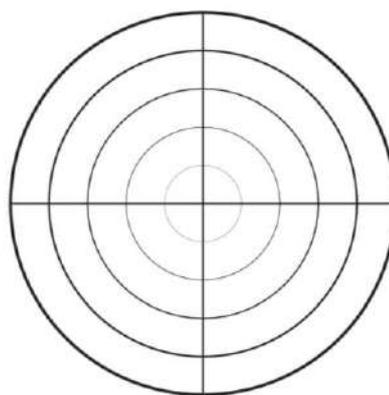


Рис. 1. Марка для сканирования

Из всех геометрических фигур была выбрана окружность, была подготовлена соответствующая марка (рис. 1). Как видно из изображения, марка состоит пяти окружностей различной толщины, каждая последующая имеет больше вес линии, чем предыдущая, горизонтальной оси  $a$  и вертикальной оси  $b$ .



Рис. 2. Сцена сканирования

Для точного определения вертикального угла между сканером и закрепленной маркой был использован электронный тахеометр Berger CST 305R с высотой инструмента аналогичной высоте закрепления сканера. Первоначально устанавливался тахеометр, напротив него закреплялась марка на определенной высоте, в зависимости от необходимого для исследования вертикального угла. Прибор устанавливался с особой тщательностью так, чтобы линия, образованная точкой стояния прибора и центром марки, была перпендикулярна к плоскости марки. Данное условие максимально снижает влияние потенциальных погрешностей горизонтальных углов сканирования на результаты исследования. Точка стояния тахеометра закрепляется, после чего над ней центрируется сканер и производится сканирование закрепленных марок. Сцена одного из сканирований изображена на рис. 2. Сканирование проводилось с максимальным возможным разрешением для 3D сканера Laser Scanner Focus3D X 30. В целях экономии времени область сканирована была сокращена до  $60^\circ$  в горизонтальной плоскости, область сканирования по вертикали также была

сокращена до диапазона от  $-15^\circ$  до  $90^\circ$ .

Все результаты сканирования были записаны на SD карту и затем обработаны в программе FARO SCENE 5.0, также разработанной компанией FARO. Данная программа позволяет просматривать результаты сканирования в трех режимах: Быстрый вид, Развернутый вид и 3D вид. Быстрый вид (рис. 3, а) позволяет просмотреть сырые данные сканирования в виде фотографического изображения. Развернутый вид применяется для объединенных сцен сканирования, полученных путем совмещения нескольких сканов с различных точек стояния. На развернутом виде указываются все связующие объекты (марки, сферы и др.) и точки стояния сканера. 3D вид (рис. 3, б) представляет собой непосредственно облако точек. [2] На рис. 3 изображена одна и та же марка, снятая с одной и той же точки, представленная в различных режимах отображения программы программы FARO SCENE 5.0.

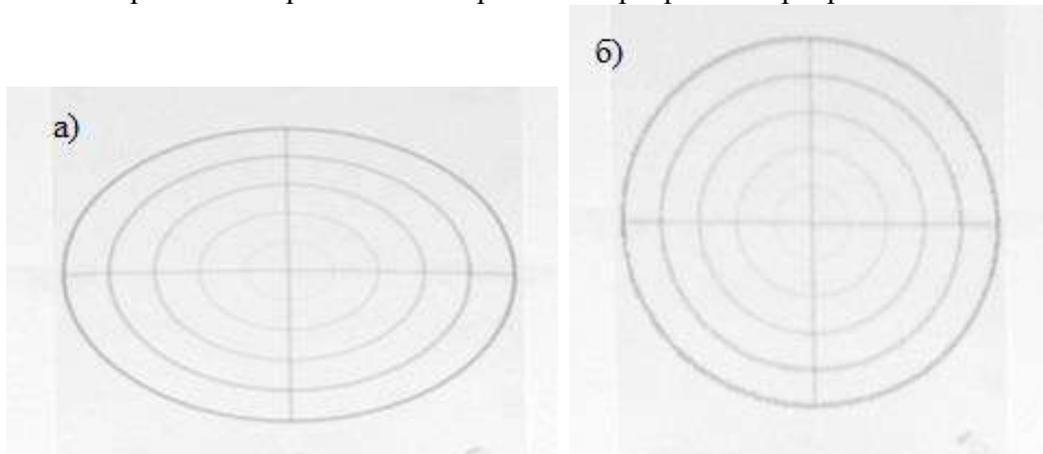


Рис. 3. Отображение отсканированной марки: а – Быстрый вид; б – 3D вид

Невооруженным глазом видно разительное различие между двумя изображениями. Так, если рис. 3, б визуально полностью соответствует рис. 1, то на рис. 3, а вместо предполагаемой окружности мы видим эллипс. Это объясняется тем, что, как уже было сказано ранее, в режиме Быстрого вида мы видим фотографическое изображение сканируемого объекта, которое не несет никакой пространственно-координированной информации.

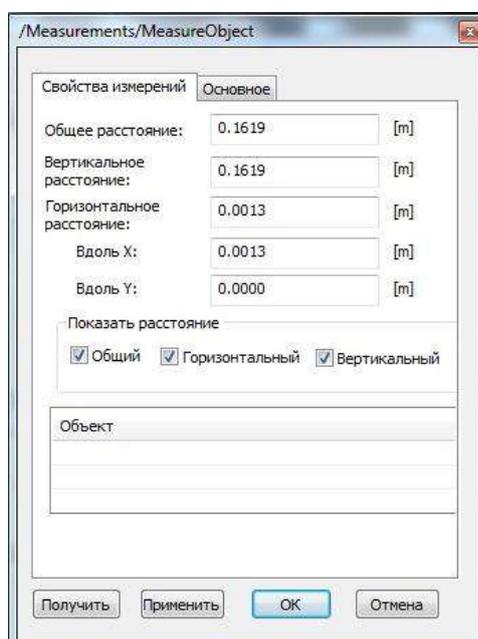


Рис. 4. Инструмент Measurement

В связи с этим, в практических целях данный тип отображения данных не применяется. Исходя из этого, дальше мы будем применять только данные из облака точек.

Облако точек представляет собой набор вершин в трёхмерной системе координат. Эти вершины определяются координатами X, Y и Z и предназначены для представления внешней поверхности объекта. [3] Следовательно, если у каждой точки (вершины) определены пространственные координаты, то мы можем легко вычислить расстояния между ними. Данную операцию можно провести при помощи инструмента Measurement в рабочей среде FARO SCENE 5.0 (рис. 4). С помощью указанного инструмента возможно определить: общее, вертикальное и горизонтальное расстояния между двумя точками. [2] Таким образом мы определим

абсолютные величины осей окружностей, изображенных на марке, после проведения сканирования.

Визуально мы убедились, что искажения в облаке точек, если такие имеются, значительно меньше, чем в Быстром виде. Так при отсутствии погрешностей мы получим окружность разность осей, которой будет равна 0, т.е.

$$\Delta = a - b = 0. \quad (1)$$

В противном случае мы получим эллипс, у которого разность  $\Delta$  будет не равна 0. Но следует учитывать СКП определения расстояний прибором при сканировании, величина указана в начале статьи. Исходя из формулы (1), имеем:

$$\partial\Delta^2 = \partial a^2 + \partial b^2 \quad (2)$$

где  $\partial\Delta$  – СКП разности осей;  
 $\partial a$  – СКП определения оси  $a$ ;  
 $\partial b$  – СКП определения оси  $b$ .

Подставив соответствующие значения в формулу (2), имеем:

$$\partial\Delta = \sqrt{2^2 + 2^2} \approx 3 \text{ мм}$$

Следовательно, все значения  $|\Delta| \leq 3 \text{ мм}$  хоть и указывают на деформацию окружности от ее истинной формы, не принимаются в расчет и должны быть отнесены к погрешностям прибора при проведении сканирования.

В таблице 1 представлены все проведенные измерения и вычисления. Были проанализированы только три внешние окружности, имея наибольший размер, они наиболее подвержены потенциальному искажению. В таблице они пронумерованы от внешней к внутренней соответственно 1,2,3. Истинные радиусы окружностей равны:  $R_1 = 0,2$  м,  $R_2 = 0,16$  м,  $R_3 = 0,12$  м.

Таблица 1. Результаты сканирования

№	Большая ось $a$ , м	Малая ось $b$ , м	$ \Delta  =  a - b $
$\nu = 0^\circ$			
1	0,1997	0,1986	1,1
2	0,1597	0,1619	2,2
3	0,1192	0,1211	1,9
$\nu = 15^\circ$			
1	0,1991	0,1978	1,3
2	0,1594	0,1609	1,5
3	0,1191	0,1197	0,6
$\nu = 30^\circ$			
1	0,1998	0,1992	0,6
2	0,1612	0,1619	0,7
3	0,1187	0,1205	1,8
$\nu = 45^\circ$			
1	0,2007	0,2002	0,5
2	0,1592	0,1583	0,9
3	0,1194	0,1202	0,8
$\nu = 60^\circ$			
1	0,1997	0,2007	1,0
2	0,1610	0,1612	0,2
3	0,1201	0,1186	1,5
$\nu = 80^\circ$			
1	0,2005	0,2011	0,6
2	0,1596	0,1608	1,2
3	0,1218	0,1202	1,6

По итогам вычислений, представленных в Таблице 1, видно, что все значения  $|\Delta| < 3$  мм. Исходя из этого, можно сделать вывод, что вне зависимости от величины вертикального угла сканирования форма геометрических объектов не подвергается искажению на величину, превышающую допустимую погрешность.

В заключении хотелось бы уделить внимание применению 3D сканеров в геодезической сфере. Неоспорима эффективность 3D сканеров для маркшейдерского дела. Безопасность является главной заботой в любой шахте, будь то золотодобывающая или угольная добыча. Лазерный сканер может идентифицировать и регистрировать любые трещины и разломы, сравнить эти данные с результатами предыдущих проверок, а также выявлять любые проблемные области. [1] Но также есть возможности применения данных приборов и в области гражданского строительства. С их помощью есть возможность проведения, как исполнительных съемок в процессе строительства, так и проведение циклов сканирования, с целью выявления деформаций существующих зданий и сооружений. Используя портативные измерительные решения 3D, геодезисты могут быстро и легко измерить точки, закрепленные на здании, чтобы контролировать процесс деформации. Как было доказано в статье, вне зависимости от того на какой высоте будет закреплена марка, ее

форма и пространственное положение будут определены с указанной точностью. Это позволяет проводить сканирование с диапазоном вертикальных углов от  $-60^\circ$  до  $90^\circ$ , не опасаясь за точность полученных результатов.

#### Список использованных источников

1. Официальный сайт компании Faro [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.faro.com/home>
2. Faro Scene 5.0 Руководство по эксплуатации [Текст]
3. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

УДК 528.5

### ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

**Кызырбек Нұржанат**

магистрант группы М1-71100-01 ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан  
Научный руководитель – к.т.н. Аукажиева Ж.М.

Одним из основных аспектов управления качеством многоэтажных каркасно-монолитных зданий в современных условиях является геодезическое обеспечение. Для инженерной геодезии характерен переход от низших форм контроля к высшей форме-регулированию и управлению точностью геометрических параметров в процессе возведения строительных конструкций.

Точность возведения зданий и сооружений в каркасно-монолитном строительстве определяется как совокупность характеристик процессов и положения проектных размеров строительных конструкций при их возведении и геодезических построений на всех этапах возведения здания.

Выборочный геодезический контроль геометрических параметров и математическая обработка геодезических измерений для установления точности их положения должны выполняться с высокой точностью.

Геодезической службой в качестве основного рабочего инструмента применяются современные электронные тахеометры, а в качестве программного обеспечения программа AutoCAD.

Для обработки результатов геодезических съемок использовались методы математической статистики определение характеристик генеральной совокупности по данным выборкам[1].

Для разработки нормативных документов, регламентирующих точность геометрических параметров возведения конструкций высотных зданий, в первую очередь, колонн и стен, необходимо большое количество статистических данных. Эти статистические данные, которые задают положение конструкций после возведения, является исходным материалом для обработки методами теории вероятностей и математической статистики.

Использование современных геодезических инструментов и методов геодезического обеспечения позволяет возводить многоэтажные здания с высокой точностью. Точности геометрических параметров, приняты во внимание при разработке Государственных строительных норм, которые регламентируют допуски на отклонения конструкций высотных зданий.

Определение характеристик точности геометрических параметров выполнялось по данным геодезических съемок положения колонн зданий.