

MONMOS — СИСТЕМА ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

А.А. Чернявцев («Геостройизыскания»)

В 1986 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». С 1986 г. — инженер отдела изысканий «ПромНИИпроект». С 1994 г. — ведущий инженер отдела изысканий предприятия «ПриЗ». С 1996 г. работает в компании «Геостройизыскания», в настоящее время — главный специалист.

А.Я. Фрейдин («Геостройизыскания»)

В 1998 г. окончил МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». С 1998 г. работает в компании «Геостройизыскания», в настоящее время — ведущий специалист компании по лазерным сканирующим системам и системам промышленных измерений.

Фирма Sokkia (Япония) хорошо известна в России, прежде всего, как производитель электронных тахеометров, цифровых и оптических нивелиров. На самом деле спектр выпускаемого компанией оборудования намного шире. Sokkia производит GPS-оборудование, электронные теодолиты, лазерные нивелиры, промышленные измерительные системы и многое другое. В данной статье речь пойдет о промышленной измерительной системе MONMOS, которая мало известна российским пользователям, но уже многие годы успешно эксплуатируется за рубежом.

Название «MONMOS» произошло от английского — **Mo**no **Mo**bile 3-D Station. MONMOS является трехмерной высокоточной системой контроля геометрических параметров различных инженерных сооружений и конструкций с последующим анализом полученных расхождений между проектными значениями и фактическими измеренными координатами.

Система состоит из следующих основных частей: высокоточного электронного тахеометра NET1200, контроллера на ба-

зе КПК с программным обеспечением 3-Dim Observer и программного обеспечения 3-Dim для персонального компьютера.

Электронный тахеометр NET1200 (рис. 1) является уникальным прибором. Имея угловую точность 1" и точность измерения расстояний до отражающих пленок $\pm(0,6 + 2 \text{ ppm} \times D)$ мм, он обеспечивает определение пространственных координат точек в пределах 1 мм на расстоянии до 100 м. NET1200 предоставляет возможность оперативного выбора одного из основных режимов измерения расстояния (безотражательный, по призме и по отражающим пленкам), что повышает удобство работы оператора и обеспечивает гибкий подход при решении сложных, нестандартных задач. Основные технические характеристики электронного тахеометра NET1200 приведены в табл. 1.

Для обеспечения высокой точности измерений недостаточно иметь точный прибор, необходимы также специальные марки для размещения на измеряемом объекте. Фирма Sokkia предлагает набор марок с пленочными отражателями (рис. 2),



Рис. 1
Система MONMOS

которые могут закрепляться на объекте с помощью магнитных креплений. Их основным назначением является точное позиционирование на определяемых точках.

Вторая составная часть системы MONMOS — это контроллер с программой 3-Dim Observer (рис. 1). Управляющий терминал выполнен на базе карманного компьютера с операционной системой Windows CE. Прибор имеет улучшенную функциональность, благодаря

Технические характеристики электронного тахеометра NET1200

Таблица 1

Точность измерения углов	1"
Увеличение, крат	30
Компенсатор / диапазон работы компенсатора	$\pm 3'$
Минимальное расстояние фокусирования и измерения, м	1,3
Дальность измерения расстояний на одну призму серии AP / на пленочный отражатель / без отражателя, м	2000/200/40
Точность измерения расстояний:	
— на призму серии AP, мм	$\pm(2 + 2 \text{ ppm} \times D)$
— без отражателя, мм	$\pm(1 + 2 \text{ ppm} \times D)$
— на пленочный отражатель, мм	$\pm(0,6 + 2 \text{ ppm} \times D)$
Клавиатура	алфавитно-цифровая с двух сторон, 15 клавиш
Количество строк / символов в строке	8 / 20
Защита от пыли и воды	IP66
Внутренняя память, точек	до 10000
Время работы от одного аккумулятора, ч	около 6
Время заряда одного аккумулятора, ч	2
Вес, кг	5,5
Рабочая температура	от -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$

наличию клавиатуры и сенсорного экрана, используемых для ввода и редактирования данных. Объем памяти контроллера практически не ограничен за счет использования сменных SD-карт памяти. Прочный корпус прибора изготовлен из магниевого сплава, что обеспечивает надежную защиту от уда-



Рис. 2
Марки с пленочными отражателями

Технические характеристики контроллера Таблица 2

Процессор	Intel SA1110 (206 MHz)
Память	64 Мбайт RAM, 32 Мбайт Flash EPROM
Дисплей, дюйм/мм	3,5 / 240x320
Количество клавиш на клавиатуре	38
Защита от пыли и воды	IP54
Рабочая температура	от -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$
Время работы от батарей, ч	до 24 (при выключенной подсветке экрана)
Вес, г	480

ров, вибрации, пыли и влаги. Цветной TFT-экран с возможностью подсветки дает четкое изображение даже при неблагоприятных условиях освещения.

Контроллер обеспечивает управление тахеометром, накопление и анализ получаемых данных. Программа 3-Dim Observer обеспечивает быстрый выбор режима измерений, типа визирных целей, импорт проектных координат.

Одной из основных задач программы является привязка в систему координат измеряемого объекта. Представим следующую ситуацию. Объект А при

проектировании имел систему координат XYZ (рис. 3). При монтаже на сборочной площадке объект имеет положение, показанное на рис. 4, т. е. ось Z отклонена от вертикального положения на произвольный угол. Программа 3-Dim Observer позволяет, измерив характерные точки конструкции, задать проектную систему координат и проводить дальнейшие измерения в ней, облегчая сравнение проектных и непосредственно измеренных координат. Технические характеристики контроллера приведены в табл. 2.

Основные функции програм-

Основные функции программы 3-Dim

Таблица 3

Импорт данных

Координаты в формате SDR, полевого контроллера 3DL, TXT; графика в формате DXF

Вид представления информации

Графический, табличный

Возможности графических построений

Точка, линия, окружность, дуга, сплайн

Возможности графического анализа

Координаты, расстояние, пересечения, угол по трем точкам, окружность по трем точкам

Дополнительные возможности

Сравнение проектных и измеренных величин по результатам измерений, задание предельных допусков, выбраковка точек по результатам сравнения проектных и измеренных величин, статистическая обработка полученных значений, оптимизация допусков с целью минимизации трудозатрат на доводку деталей, трансформация координат (поворот, сдвиг), учет температуры измеряемого материала

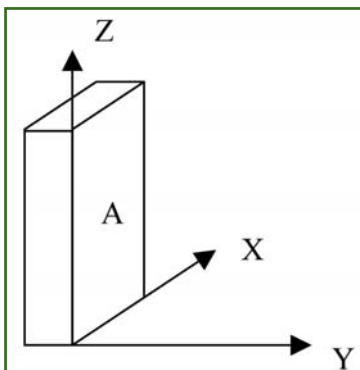


Рис. 3
Система координат объекта A при проектировании

мы 3-Dim Observer включают:

- задание системы координат;
- управление измерениями;
- привязку к существующей системе координат;
- сравнение проектных и измеренных данных;
- накопление результатов

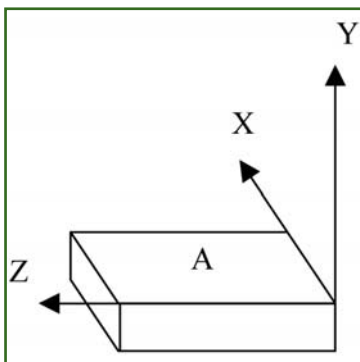


Рис. 4
Система координат объекта A при монтаже

измерений;

— задание плоскости по трем и более точкам с определением ее оптимального положения;

— задание прямой по группе точек с определением ее оптимального положения.

Третья составная часть системы MONMOS — это программа 3-Dim. Исходными данными для работы программы являются результаты полевых измерений, которые возможно получать как непосредственно из тахеометра NET1200, так и из контроллера. Кроме того, в качестве исходных используются данные, поступающие из проектирующих систем, в графическом и табличном видах. В дальнейшем принятые данные используются для сравнения проектных и измеренных значений, фильтрации недоброкачественных результатов, построения векторов ошибок. 3-Dim дает возможность провести процедуру оптимизации допусков, позволяющую уменьшить трудозатраты при доводке деталей. Физический смысл процесса заключается во взаимном ориентировании запроектированной и измеренной модели с целью минимизации расхождений.

Помимо этого, программа 3-DIM позволяет выполнять контроль геометрического положе-

ния точек относительно друг друга, проводить статистический анализ полученных отклонений. Основные функции программы приведены в табл. 3.

Система MONMOS обычно используется на заводах, где к точности геометрических параметров производимой продукции предъявляются высокие требования, а сами изделия достигают значительных размеров. Система MONMOS широко используется на ведущих судостроительных верфях Европы, Кореи и США. Она нашла применение в авиационной промышленности, при сборке вагонов для скоростных поездов, при выходном контроле на заводах металлоконструкций, при монтаже оборудования прокатных станов и целлюлозно-бумажных комбинатов. Многолетний опыт использования, постоянно совершенствующаяся конструкция аппаратной части, развитие программного обеспечения делают систему MONMOS незаменимым помощником при выполнении различных работ.

RESUME

Features and components of the 3-D measurement system MONMOS, Sokkia are presented. Characteristics of both the hard- and software are given in brief. Possible application fields are listed as well.