

Е. А. Воронцов, Н. С. Виноградов

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Представлен пример разработки информационно-измерительного комплекса с использованием биологической обратной связи. Рассмотренный комплекс является инструментом метрологического обеспечения геодезических средств измерений, а также может быть использован для сертификации поверителей указанных средств измерений.

Ключевые слова: средства измерений, биологическая обратная связь, поверитель.

Системами с биологической обратной связью (БОС) будем называть системы, характер работы которых зависит от психофизиологического (биологического) состояния пользователя. Это означает, что в состав комплексов с БОС входят информационно-измерительные системы и системы искусственного интеллекта.

Информация о состоянии пользователя поступает с помощью контактных и/или дистанционных датчиков в режиме реального времени.

Информация может получаться по некоторому числу (кратному степеням двойки) каналов-показателей, подавляющее большинство которых обычно являются *неосознаваемыми* для пользователя. Это существенное обстоятельство, поскольку означает, что системы с БОС позволяют вывести на уровень сознания пользователя ранее не осознаваемую информацию о состоянии его организма, т.е. расширить область осознаваемого. Следовательно, у человека появляется возможность сознательно управлять своим состоянием, что является важным эволюционным достижением технократической цивилизации.

Основой разрабатываемого информационно-измерительного комплекса с БОС является универсальный автоматизированный коллиматорный стенд (УКС), предназначенный для проведения поверок геодезических и маркшейдерских средств измерений.

Стенд VEGA УКС предназначен для проведения следующих видов работ:

1) поверка и калибровка геодезических и маркшейдерских средств измерений: оптических, лазерных и цифровых нивелиров; оптических, электронных и лазерных теодолитов; оптических и электронных тахеометров (операции поверки и калибровки выполняются согласно утвержденным методикам поверки нивелиров, теодолитов и других геодезических угломерных приборов);

2) контроль основных геометрических характеристик и параметров нивелиров, теодолитов и других угломерных приборов;

3) юстировка угломерной части геодезических приборов, в том числе после проведения ремонтных работ;

4) настройка дальномерного канала электронных тахеометров;

5) проверка соосности энергетической оси дальномера и визирной оси зрительной трубы;

6) юстировка оптических нивелиров после проведения ремонтных работ;

7) юстировка всех типов лазерных нивелиров, в том числе после проведения ремонтных работ.

Устройство и особенности конструкции. На рис. 1 представлена схема расположения коллиматоров стенда, на рис. 2 — общий вид стенда. Согласно рис. 2, основание стенда *I* может жестко крепиться к фундаменту, также предусмотрена возможность установки стенда

на виброизолирующие опоры 2. На основание станда устанавливается станина крепления коллиматоров 3, на которую последовательно устанавливаются горизонтальные *A* и *B* (рис. 1; рис. 2, 5) и вертикальные коллиматоры *C* и *D* (6). Визирные оси коллиматоров образуют пучок, сходящийся в точке установки прибора, находящегося на регулируемом по высоте автоматизированном подъемном столике 4. На верхней части станины крепления коллиматоров 3 установлен монитор 7, питание на который подается от стандартной сети напряжением 220 В. Блок питания 9 предназначен для подачи питания на управляющий блок 10.

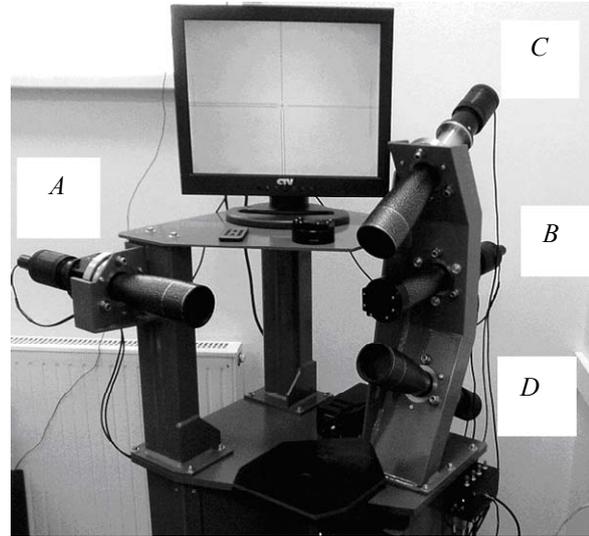


Рис. 1

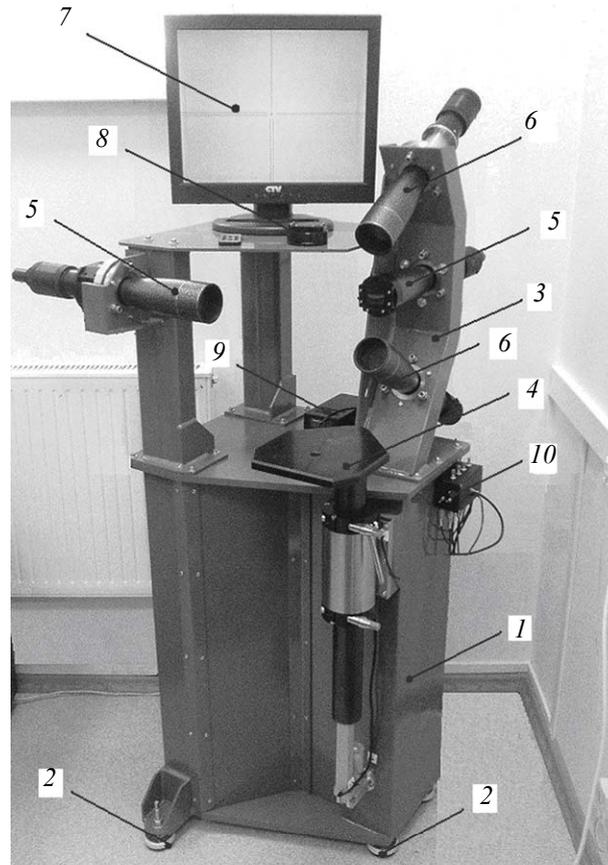


Рис. 2

Блок 10 обеспечивает:

- управление автоматическим подъемным столиком;
- включение и выключение подсветки коллиматоров;

- отдельную регулировку яркости подсветки каждого коллиматора;
- включение и выключение камер горизонтальных коллиматоров.

Поддержание заданного угла в горизонтальных автоколлиматорах обеспечивается точными компенсаторами. Коллиматоры, расположенные относительно центрального под углом $\pm 30^\circ$ в вертикальной плоскости, и коллиматоры, расположенные под углом 90° в горизонтальной плоскости, позволяют производить поверку теодолитов, тахеометров и лазерных нивелиров в полном объеме.

Поверка лазерных нивелиров, а также контроль непараллельности визирной оси приборов и лазерного луча электронных дальномеров осуществляются с помощью установленных в горизонтальных автоколлиматорах видеокамер, изображение с которых передается на монитор, входящий в комплект стенда. Набор светофильтров 8 (рис. 2), входящий в комплект стенда, необходим для безопасности при работе с лазерным излучением. Стенд оборудован электрическим подъемником предметного столика, что значительно облегчает и ускоряет работу на коллиматорном стенде.

Программное обеспечение, входящее в комплект поставки стенда, позволяет автоматизировать процесс поверки средств измерений, а также самого стенда. Результаты поверки сохраняются в виде протокола в базе данных.

На автоматическом подъемном столике устанавливается миниэкзаменатор, позволяющий задавать угол наклона предметного столика в диапазоне от $-40'$ до $+40'$ с погрешностью не более $15''$ либо от $-3'$ до $+3'$ с погрешностью не более $6''$.

Дополнительный коллиматор с четырьмя сетками нитей, соответствующими расстояниям 1,5, 5, 10 метров и бесконечность, позволяет проводить исследования влияния перефокусировки зрительной трубы поверяемого прибора на коллимационную погрешность и погрешность „место нуля“.

Визуальный контроль точностных характеристик поверяемых средств измерений осуществляется с использованием индивидуально разработанной для каждого из коллиматоров геометрией сетки нитей. На рис. 3 представлена сетка нитей коллиматора, разработанная компанией „Геостройизыскания“: P1, P8, P9 — дальномерные штрихи; P4, P5 — шкала измерений; P6, P7 — горизонтальный биссектор; P2, P3 — точка наведения.

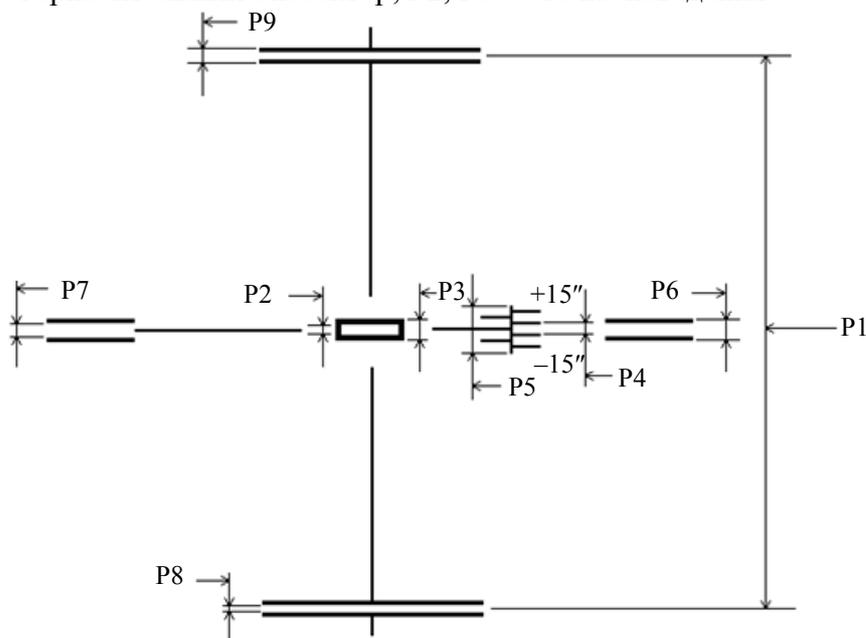


Рис. 3

Комплекс включает систему БОС, совокупность системы технического зрения (СТЗ) и электроэнцефалографа (ЭЭГ) (рис. 4). Система технического зрения состоит из видеокамеры

и ПК со специальным программным обеспечением. Данная система позволяет исследовать и учитывать саккастические движения глаз при совмещении сеток нитей и снятии отсчетов. В системе БОС используется также электроэнцефалограф — прибор, предназначенный для измерения и регистрации изменений разности потенциалов электрического поля головного мозга.

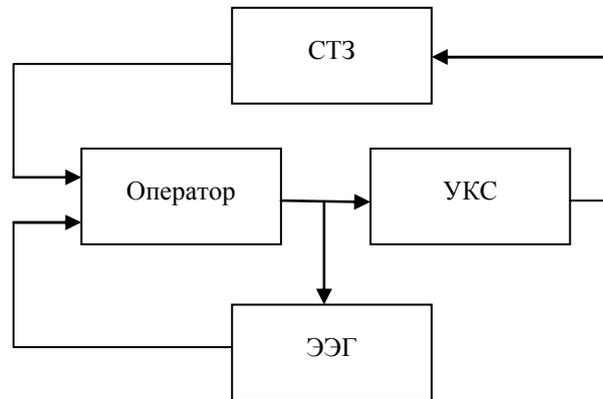


Рис. 4

БОС осуществляется по двум группам параметров:

- 1) характеристики саккастических движений глаз;
- 2) электрические потенциалы головного мозга.

Выбор параметров БОС обусловлен следующим. Одним из необходимых условий для измерений (совмещения, снятия отсчета) геодезическими СИ является правильное распределение внимания. Проведенные ранее исследования в области контроля распределения внимания [1] показали перспективность применения анализа ЭЭГ. В качестве аналога системы контроля распределения внимания рассматривалась система, предназначенная для исследования ЭЭГ у спортсменов-стрелков, поскольку наведение на цель и снятие отсчета при измерении аналогично наведению на цель и выстрелу. В качестве коррелята зрительного внимания использовали степень депрессии альфа-ритма. Было показано, что у начинающих стрелков прицеливание сопровождается выраженной депрессией альфа-ритма, вызванной активацией зрительного внимания, направленного на прицельные приспособления пистолета и мишень. В то же время опытные стрелки (мастера спорта) демонстрируют выраженный альфа-ритм во время прицеливания. Данные различия можно объяснить тем, что у стрелков высокой квалификации внимание в процессе прицеливания распределяется в основном между удержанием оружия и нажатием на спуск, в то время как у испытуемых контрольной группы внимание распределено в основном между прицельным приспособлением пистолета и мишенью, что нерационально и приводит к ошибкам в стрельбе [2, 3].

Предлагается использовать аналогичный подход при аттестации (сертификации) поверителей. Исследуя распределение внимания поверителя, возможно оценить ошибки наведения, сформулировать рекомендации по процедуре наведения, а также (при необходимости) произвести обучение-тренировку.

Вторая группа параметров БОС — характеристики саккастических движений глаз (траектория, скорость). Зная скорость и траекторию движения глаза, возможно решить задачу оптимального „местоположения“ глаза при снятии отсчета. Также можно решить задачу нахождения оптимальной траектории совмещения и наведения на цель. Определение указанных характеристик позволяет учесть влияние зрительного аппарата человека на процесс измерения.

Данный подход позволяет произвести комплексное объективное исследование процесса наведения и снятия отсчета при работе поверителя геодезических средств измерений. Имея описанный выше информационно-измерительный комплекс с БОС, возможно объективно

оценить психофизиологические способности кандидата в поверители (поверителя). Это, в свою очередь, позволяет повысить качество профессионального отбора поверителей и как следствие — качество поверки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Напалков Д. А., Коликов М. Б., Ратманова П. О., Рамендик Д. М., Евина Е. И., Брынских А. М., Латанов А. В., Шиян В. В., Шульговский В. В. Подходы к диагностике оптимального психофизиологического состояния стрелка // Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок. Вып. 2. М.: ООО „Анита Пресс“, 2006. С. 108—123.
2. Блеер А. Н., Коликов М. Б., Напалков Д. А., Рамендик Д. М., Шиян В. В. Методы оптимизации психофизиологического состояния стрелка при формировании двигательных навыков стрельбы из короткоствольного оружия. М.: Макс Пресс, 2006. 100 с.
3. Напалков Д. А., Ратманова П. О., Коликов М. Б. Аппаратные методы диагностики и коррекции функционального состояния стрелка. М.: Макс Пресс, 2009. 212 с.

Сведения об авторах

- Евгений Александрович Воронцов** — канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии;
E-mail: voroncov_evgenii@mail.ru
- Никита Сергеевич Виноградов** — Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии; ассистент;
E-mail: vifmo@rambler.ru

Рекомендована кафедрой
измерительных технологий
и компьютерной томографии

Поступила в редакцию
01.03.11 г.