

ОБ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Е.А. Воронцов («Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 2004 г. окончил факультет точной механики и технологий Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики по специальности «инженер-конструктор». После окончания университета работает в компании «Геодезические приборы», в настоящее время — руководитель сервисного центра.

В.И. Глейзер («Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 1968 г. окончил Ленинградский электротехнический институт (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет) по специальности «гироскопические приборы и устройства». После окончания института работал инженером в ЦНИИ «Аврора», а с 1971 г. — во Всесоюзном НИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), занимая должности от старшего научного сотрудника до заведующего лабораторией и главного метролога. С 2001 г. работает в компании «Геодезические приборы», в настоящее время — генеральный директор. Преподает в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, профессор кафедры «Технология, организация и экономика строительства». Доктор технических наук.

За последние годы резко увеличились объемы геодезических изысканий. При этом сроки на их проведение, как правило, существенно ограничены, а требования к качеству проектно-изыскательских материалов постоянно возрастают. У специалистов-практиков, естественно, возникает вопрос: каким образом среди современного многообразия геодезической техники выбрать не только наиболее производительный прибор, но и надежный, способный выполнять измерения в сложных погодных-климатических условиях? В связи с этим, возрастает потребность в оценке надежности технических средств, с помощью которых проводятся инженерные изыскания.

Примерно до середины 1990-х гг. в СССР действовала достаточно строгая система технической поддержки и метрологического обеспечения геодезических и маркшейдерских средств измерений (СИ). Она базировалась на специализированных отраслевых службах и

технических комитетах. В состав служб и комитетов входили технические и метрологические подразделения предприятий, выполняющих инженерно-геодезические изыскания. Важное место в этой системе занимали отраслевые научно-исследовательские институты, при участии которых разрабатывались государственные и отраслевые стандарты, а также другие нормативные документы, регламентирующие различные технические требования к СИ и дающие возможность контроля за их выполнением применительно к разнообразной технике, используемой в практике инженерных изысканий.

Специалисты многих профильных предприятий, имея богатый опыт и высокую квалификацию, обеспечивали техническое и метрологическое сопровождение (экспертизу, настройку, юстировку, ремонт, метрологические исследования) всевозможных геодезических и маркшейдерских СИ. К этому важно добавить, что система

технической поддержки функционировала на основе тщательно разработанной отечественной нормативно-технической документации.

К настоящему времени картина существенно изменилась. Разработанная ранее отечественная техника для изыскателей не удовлетворяет современным требованиям, а новая — по номенклатуре и уровню автомати-



Электронный тахеометр
Topcon Imaging Station



Двухчастотный приемник GPS/ГЛОНАСС
Sokkia GSR2700 ISX Base

зации процессов геодезических измерений серьезно уступает зарубежным образцам. В практике инженерных изысканий и обеспечения строительства все больше находят применение приборы зарубежных производителей, таких как Sokkia (Япония), Topcon (Япония), Leica Geosystems (Швейцария), Trimble (США) и др. В то же время, действующая нормативная документация в значительной степени ориентирована на отечественную технику, а существовавшая ранее система в значительной степени утрачена.

Процесс саморегулирования, в том числе и в области инженерных изысканий, находится на уровне обсуждений и поиска механизмов его реализации. Пока не создана система, отвечающая сложившемуся современному состоянию в этой области. А актуальных проблем, требующих решения, достаточно много. Среди них не последнее место занимает рассматриваемый в данной статье вопрос о методах оценки надежности

современных геодезических средств измерений.

Очевидно, что оценка надежности должна выполняться профессионально. Теория надежности устанавливает закономерности возникновения отказов устройств и методов их прогнозирования, рассматривает способы повышения надежности изделий на стадиях проектирования и производства, а также на различных этапах эксплуатации, предлагает методы контроля надежности. Для решения многих вопросов уже разработан математический аппарат, для других — требуются новые подходы. В любом случае, утверждения типа: «я уверен, что такая конструкция будет надежнее, чем иная», «мы убеждены, что наша продукция лучше, чем изготовленная каким-либо другим предприятием», которые не имеют иных подтверждений, кроме личной уверенности, не могут служить основой для надежных выводов.

Вспомним классическое определение надежности. **Надежность** — это свойство объекта (средства измерения) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения, транспортирования.

Различают следующие виды надежности:

— аппаратную надежность, обусловленную состоянием объекта (в свою очередь, она может подразделяться на конструктивную, схемную, производственно-технологическую);

— функциональную надежность, связанную с выполнением некоторой функции (либо комплекса функций), возлагаемых на объект, систему;

— эксплуатационную надежность, обусловленную правилами использования и качеством обслуживания;

— программную надежность, обусловленную качеством программного обеспечения (программ, алгоритмов действий, инструкций и т. д.);

— надежность системы «человек-машина», зависящую от качества обслуживания объекта оператором.

Надежность средств измерений в зависимости от назначения и условий его применения включает в себя и характеризуется такими показателями, как безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтпригодность.

Перечисленные характеристики взаимосвязаны и в той или иной степени рассмотрены в технической литературе по надежности систем. Вместе с тем, важная для специалистов, занимающихся эксплуатацией приборов и оборудования, характеристика «ремонтпригодность» освещена недостаточно. В условиях российского рынка, где в эксплуатации находится большое количество геодезической техники различных зарубежных производителей, оценка ремонтпригодности приобретает одно из важнейших значений. Поэтому рассмотрим эту характеристику более подробно.

Ремонтпригодность — это свойство изделия (средства измерения), заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонта. Значения показателей ремонтпригодности подтверждаются на этапе предварительных (заводских) испытаний и при серийном производстве контрольными испытаниями на ремонтпригодность. Если испытания на ремонтпригодность при разработке изделия проводить невозможно или экономически нецелесообраз-

но, допускается их проведение в процессе эксплуатации при выполнении плановых и неплановых ремонтов.

Ремонтопригодность средства измерения характеризуется следующими показателями:

- вероятность выполнения ремонта в заданное время (необходимо для определения возможности проведения операций в заданное или лимитированное время);

- плотность вероятности времени восстановления;

- интенсивность восстановления;

- среднее время восстановления;

- дисперсия времени восстановления;

- вероятность восстановления работоспособности в течение определенного интервала времени;

- коэффициент готовности;

- коэффициент технического использования;

- взаимозаменяемость;

- степень унификации.

Рассмотрим подробнее некоторые, наиболее информативные, из перечисленных выше показателей.

Интенсивность восстановления — это отношение условной плотности вероятности восстановления работоспособного состояния объекта, определенной для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено, к продолжительности этого интервала.

Среднее время восстановления — это математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа.

Коэффициент готовности — одно из важных понятий надежности в технике; вероятность того, что изделие (средства измерения) будет работоспособно в произвольно выбранный момент времени в промежутках между плановым техни-

ческим обслуживанием. В случае установившегося режима эксплуатации коэффициент готовности определяют из соотношения:

$$K_{\text{гот}} = T / (T + T_{\text{вос}}),$$

где T — наработка на отказ (время работоспособного состояния изделия);

$T_{\text{вос}}$ — среднее время восстановления работоспособности изделия (после возникновения отказа).

Коэффициент технического использования — один из показателей, характеризующих надежность ремонтируемых объектов, находящихся в режиме непрерывной эксплуатации. Выражается отношением математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий времени пребывания объекта в работоспособном состоянии, времени простоя, обусловленного техническим обслуживанием, и времени, затраченного на ремонт за тот же период эксплуатации. Статистически (по результатам наблюдения нескольких однотипных объектов) коэффициент технического использования характеризуется следующей зависимостью:

$$K_{\text{ти}} = t_{\text{сум}} / (t_{\text{сум}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{рем}}),$$

где $t_{\text{сум}}$ — суммарное время наработки всех наблюдаемых объектов;

$t_{\text{обсл}}$ — суммарное время простоев на техническое обслуживание;

$t_{\text{рем}}$ — суммарное время простоев из-за ремонта.

Взаимозаменяемость — свойство деталей или узлов машин, агрегатов, механизмов, аппаратов и других технических конструкций, позволяющее заменить их или установить без дополнительной обработки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе данного узла, механизма или конст-

рукции в целом. Одной из основных предпосылок взаимозаменяемости является соблюдение размеров сопрягаемых деталей в пределах установленных допусков.

Степень унификации. Унификация — приведение к единому образцу технических характеристик продукции, технологических процессов, методов и средств испытаний, услуг и т. д. на основе установления рационального числа их разновидностей. Обычно выражается в процентах.

В данной статье рассмотрены характеристики надежности и их оценки. Первичной информацией для данных расчетов служат статистические данные, накопленные в компаниях и организациях, осуществляющих ремонт и метрологическое обслуживание геодезических СИ. Очевидно, что наибольшей достоверностью будут характеризоваться данные, полученные в специализированных подразделениях — сервисных центрах. Используя данные сервисных центров и применяя современные измерительные и диагностические технологии (компьютерные и цифровые средства метрологического обеспечения, системы технического зрения и др.), представляется возможным оценить надежность современных СИ и тем самым помочь специалистам выбрать необходимые средства для проведения измерений.

RESUME

The need in creating a base for assessing reliability of the modern geodetic measuring facilities is marked. These facilities assortment has recently significantly increased most of all due to the foreign equipment. One of the main criteria of measuring the facilities reliability — maintainability — is considered in detail. It is proposed to use service centers data for assessing the modern geodetic measuring equipment reliability.