

оказывает воздействие на величину диэлектрической проницаемости.

Установлено, что с увеличением пробега автомобиля значение диэлектрической проницаемости как комплексной характеристики моторного масла возрастает. Регистрация изменений резонансной частоты с помощью датчика контроля позволяет не только проводить постоянный мониторинг за изменением состояния автомобильного масла в процессе эксплуатации автомобиля, своевременно осуществлять его замену, но и осуществлять оперативный контроль за состоянием двига-

теля, что имеет весьма важное значение при эксплуатации транспортного средства.

#### Литература

1. ГОСТ 17479.1-85
2. Сафонов А.С., Ушаков А.И., Гришин В.В. Химмотология горюче-смазочных материалов. Санкт-Петербург: НПИКЦ, 2007. – 488 с.
3. Соколов А.И. Оценка работоспособности машин по параметрам работающего масла / А.И. Соколов, Н.Т. Тищенко, В.А. Аметов. – Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1991. – 200 с.

УДК 006.91:681.2.089(045)(476)

### О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ УСТАНОВЛЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СФЕРЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Шабанов М.В., Разумный А.И.

*Белорусский государственный институт метрологии, Минск, Республика Беларусь*

*Рассмотрена проблематика вопроса установления межповерочных интервалов для средств измерений, применяемых в Республике Беларусь, а также приведены рекомендации по их определению.*

Согласно [1] сфера законодательной метрологии (СЗМ) – установленные законом Республики Беларусь от 5 сентября 1995 года № 3848-ХП «Об обеспечении единства измерений», 2014, и иными законодательными актами Республики Беларусь сферы деятельности, в которых в целях обеспечения единства измерений осуществляются государственное регулирование и управление, а также государственный метрологический надзор. Государственное регулирование и управление ставит задачей минимизацию рисков возникновения неуправляемой ситуации, которая может негативно сказаться на экономической, социальной и других сторонах функционирования государства. В части применения средств измерений в СЗМ неуправляемая ситуация возникает, когда точность измерений, включая погрешность используемых средств измерений, превышает установленные для нее пределы. Например, превышение установленных пределов погрешности измерителя скорости ведет к необоснованным штрафам, а превышение пределов погрешности счетчиков воды – к недополучению оплаты за услуги ЖКХ. Указанные риски существуют как для граждан, так и для государства в отличие от применения средств измерений вне СЗМ, оказывающих локальное влияние на эффективность работы юридических лиц, их применяющих. Одним из способов минимизации рисков является периодический контроль правильности показаний средств измерений, для чего на государственном уровне вводятся соответствующие сроки периодической поверки. В Беларуси таким нормативно-правовым актом

является Постановление Госстандарта № 17, 2007 [2]. Однако ситуация неоднозначна, поскольку аналогичный смысл вкладывается в межповерочные интервалы (МПИ), указанные в Государственном реестре средств измерений Республики Беларусь (Госреестр СИ), что в последнее время привело к существенным различиям МПИ в СЗМ для однотипных средств измерений. Следует учесть, что в Госреестр СИ средства измерений вносятся в добровольном порядке, а сама процедура представляет собой независимую оценку качества средств измерений третьей стороной, что является дополнительным фактором их выбора покупателем. При закупках в государственных целях (ЖКХ, промышленные объекты, мониторинг окружающей среды и т. п.) данный фактор можно рассматривать как обязательный, несмотря на то, что все еще существует альтернатива в виде метрологической аттестации единичных экземпляров средств измерений. Логично, что МПИ в Госреестре СИ должен отражать в первую очередь качественную сторону средства измерений как обычного товара. Учитывая массовость и стоимость закупок средств измерений, применяемых в СЗМ (счетчики, топливораздаточные колонки, измерители скорости, весы и т. д.), МПИ последнее время стал играть роль «разменной монеты», что недопустимо с точки зрения существования рисков потери средствами измерений своей точности, как вследствие естественного износа, так и нарушения условий эксплуатации или мошеннического использования. Иными словами, МПИ в СЗМ связан не только с метрологической надежностью средства измерений, но и с дополнительными условиями их применения, что объясняет установление государством МПИ в СЗМ порой в несколько раз меньше, чем фиксируется при государственных испытаниях средств измерений в

целях утверждения типа. Поэтому правильным является указание в описании типа средства измерений МПИ, базирующегося на полученных изготовителем и/или органом, проводящим испытания, показателях надежности. МПИ в общем случае определяется изготовителем самостоятельно на основании собственных исследований метрологической надежности изготавливаемых средств измерений в ходе ускоренных испытаний, обработки статистики отказов (метрологических) в эксплуатации, априорной информации по надежности средств измерений, использующих аналогичную элементную базу и др. При первичном выходе на рынок такие МПИ ненадежны, поскольку применяются в условиях отсутствия эксплуатационной статистики (т. е. исследования характеристик ведутся в относительно идеальных условиях, в которых не учитываются все ситуации, могущие привести к ухудшению метрологических характеристик (МХ)) или используются вероятностные (приближенные) оценки надежности. Именно этим обстоятельством объясняется порой многократное различие МПИ для одних и тех же СИ, применяемых в СЗМ и вне ее. Очевидно, что меньшие МПИ в СЗМ обеспечивают более высокий уровень надежности показаний СИ, но в то же время увеличиваются расходы на проведение поверки, которые могут вырастать в значительные суммы, особенно если в целях поверки приходится останавливать технологический процесс. Нахождение баланса между затратами на поверку и минимизацией рисков для государства, вследствие получения недостоверной измерительной информации является первоочередной задачей для государственной метрологической службы. И в этом случае лучше перестраховаться в отношении срока МПИ, чем устранять последствия, имеющие государственные масштабы. Данный подход реализуется НПА Госстандарта [2]. Однако обоснованность МПИ в [2] порой вызывает вопросы, поскольку отсутствует понятная научно-методическая основа их назначения. Предположительно, МПИ [2] формировались исходя из опыта эксплуатации СИ времен СССР. С того времени надежность большинства средств измерений существенно выросла (о чем свидетельствует в т. ч. статистика эксплуатации), что закономерно должно привести к корректировке МПИ [2] для групп средств измерений.

С учетом вышесказанного необходимо решить два вопроса:

Указание в Госреестре СИ действительных МПИ, связанных с оцененной метрологической надежностью конкретных типов СИ.

Подведение научно-методической основы под МПИ, указанных в [2].

Решение данных вопросов позволит:

1. Устранить препятствия для отечественных изготовителей при выходе на внешние рынки по критерию МПИ.

2. Привести МПИ для средств измерений, указанных в Госреестре СИ, к их действительной метрологической надежности, позволяющей делать обоснованный выбор с учетом специфики производства и рисков изготовителя.

3. Ввести в практику работы органов по испытаниям средств измерений оценку принятых подходов к оценке надежности и установлению МПИ.

4. Принять для назначения МПИ в СЗМ понятный и обоснованный комплексный подход, базирующийся как на оценке надежности для групп средств измерений, так и оценке рисков применения данных групп в СЗМ.

5. Внести обоснованные изменения в [2], реализовав масштабные исследования в объеме п. 4.

В настоящее время Госстандартом принято решение (03.10.2017 НТК по метрологии Госстандарта № 09-2017) использовать для обоснования МПИ СИ методы назначения МПИ, регламентируемые в РМГ 74-2004 «Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений» [3]. Данный шаг является первым на пути выработки научно-методического подхода к назначению МПИ, но не ставит целью решение обозначенной системной проблемы.

Рассмотрим отдельные моменты практической реализации РМГ 74-2004, так как опыт показывает, что данный документ весьма сложен для понимания и использования и побуждает производителей к собственной интерпретации условий определения МПИ, что зачастую ведет к отказу Госстандарта в корректировке МПИ.

При назначении первичного МПИ новых типов СИ РМГ 74-2004 [5] предлагает использовать следующие источники информации (п. А.1 РМГ):

- результаты испытаний СИ или его отдельных блоков;
- данные о нестабильности элементов СИ, определяющих состояние метрологической исправности СИ;
- показатели надежности СИ, нормируемые или подтвержденные испытаниями;
- данные о МПИ СИ-аналогов, нормируемые или подтвержденные экспериментально.

Исходя из практики работы БелГИМ, наиболее часто встречающиеся варианты оценки МПИ связаны с использованием показателей надежности СИ, нормируемых или подтвержденных экспериментально (п. А.5.1 – А.5.2 РМГ). Информация об оценке надежности требуется в соответствии с [4] и предоставляется заявителем на государственные испытания СИ. Изготовитель СИ согласно ГОСТ 27.003-2016 [7] может использовать следующие методы определения надежности: расчетный, экспериментальный и расчетно-экспериментальный.

Расчетный метод, как правило, является самым приближенным из указанных. В таких расчетах нормируемые показатели надежности,

например, наработка на отказ, могут быть указаны чисто гипотетически, без предоставления каких-либо обосновывающих материалов. Также изготовители могут приравнивать вероятность безотказной работы СИ  $P(t)$  за время (наработку)  $t$  к вероятности работы СИ без метрологических отказов  $P_M(t)$  за время (наработку)  $t$  (допуская, что средняя доля  $q$  метрологических отказов в общем потоке отказов СИ (как в п. А.5.1.1) неизвестна), и среднюю наработку до первого отказа  $T_{cp}$  к средней наработке до первого метрологического отказа  $T_{cp,m}$  (допуская, соответственно, что средняя доля  $q$  метрологических отказов в общем потоке отказов СИ (как в п. А.5.2.1) неизвестна). Из-за таких допущений расчет не отражает действительную надежность в реальных условиях, так как совершенно очевидно, что не каждый отказ является метрологическим отказом в общем потоке отказов СИ.

Надежность сложных технических систем принято описывать экспоненциальным законом распределения надежности. При этом следует понимать, что рассматривая функцию надежности объекта, описываемую экспоненциальным (или логарифмическим распределением), мы допускаем его непрерывную работу и работу на «пределе» рабочих характеристик, не предполагающую длительных остановок или юстировок. Такое допущение занижает расчетную надежность в несколько раз. Например, используя  $T_{cp} = 220000$  часов согласно [9] можно найти точку времени 95 % вероятности безотказной работы (методом подстановки  $t$ ):

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_{cp}}} = 2,71828^{-\frac{11000}{220000}} = 0,95$$

т. е. в данном примере при общем времени безотказной работы только в точке 11000 часов гарантирована практически безотказная работа. Показатель «гамма-процентной наработки на отказ» – наработка до отказа, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью  $\gamma$ , % (ГОСТ 27.002-2015) дает такое же число:

$$T_T = -220000 \times \ln(95/100) = -11284 \text{ часов.}$$

В расчетах МПИ для СИ, применяемых в СЗМ, мы как раз ориентируемся на 90–95-процентную безотказную работу, поскольку любой отказ в общем количестве отказов может быть метрологическим (т. е. произойдет потеря метрологических характеристик). Здесь также следует отметить, что не для всех средств измерений следует придерживаться критерия 95-процентный «метрологической» безотказности. Например, если для счетчика электрической энергии этот критерий работает, то для датчика давления, который участвует в косвенном расчете расхода, «метрологическая» безотказность имеет второстепенную значимость (по влиянию

на точность результата измерений) и приемлема на уровне от 60 %.

За наработку на отказ для СЗМ также можно использовать принятый изготовителем браковочный уровень  $T_\beta$ , т. е. момент времени, при котором фиксируется отказ изделия (одноступенчатый план испытаний на надежность). Анализируя документацию, прошедшую экспертизу в БелГИМ, можно отметить, что  $T_\beta$  несущественно превышает значения вышеприведенных расчетов гамма-процентной наработки на отказ.

Соответственно, в расчетах МПИ по РМГ 74 для СЗМ используются заниженные значения наработки на отказ, что дает заниженную оценку МПИ. В каждом отдельном случае увеличение МПИ с учетом реальной «загрузки» средства измерений может быть изменено. Например, если бытовые счетчики интенсивно работают утром и вечером (в среднем 15 часов из 24), то износ и иные эффекты, влияющие на общую надежность, будут ниже, что позволяет применить коэффициент 1.6. Разумеется, такой подход также должен быть согласован с государственным органом, курирующим соответствующую область учета ресурсов.

Достоверность оценки МПИ также снижает используемое в расчетах РМГ значение СКО распределения погрешности градуировки СИ при выпуске из производства  $\sigma_0$ . Возможно несколько способов получения оценки СКО  $\sigma_0$ : теоретический (исходя из применяемого эталона и условий калибровки/градуировки) и экспериментальный. При неизвестном  $\sigma_0$  РМГ рекомендует принимать его как  $\sigma_0 = 1/3\Delta$ , где  $\Delta$  – предел допускаемой погрешности СИ,  $\Delta_s$  – предел допускаемой погрешности СИ в реальных условиях его эксплуатации (как правило,  $\Delta_s \leq \Delta$ , иначе теряется смысл нормирования  $\Delta$ ; однако вариант, при котором  $\Delta_s = \Delta$ , рекомендуется рассматривать как наиболее худший случай) и применяемой доверительной вероятности (таблица 1 РМГ) и соответствующих им квантилей (коэффициентов) нормального распределения.

В любом случае указанных расчетов по п. А.2–А.5 РМГ достаточно для установления действительного МПИ при проведении государственных испытаний СИ в целях утверждения типа. В случае отрицательных результатов экспертизы материалов по обоснованию МПИ организация ГМС вправе временно установить минимальный первичный МПИ согласно [2], гарантирующий требуемый уровень метрологической надежности СИ.

При оценке МПИ по результатам эксплуатации следует учитывать способ поверки, так как информация, которую можно получить из протоколов, различна для различных способов поверки. РМГ устанавливает следующие способы поверки:

– установление действительных значений физических величин (градуировка) всех СИ, поступивших в поверку (первый способ поверки);

– определение пригодности СИ к применению по нормам стабильности (с браковкой тех СИ, изменение действительного значения или градуировочной характеристики которых за МПИ превысило предел допускаемой нестабильности, установленный для СИ данного типа) и градуировка СИ, признанных годными (второй способ поверки);

– определение пригодности СИ к применению с браковкой тех СИ, характеристика погрешности которых превышает по абсолютному значению предел ее допускаемых значений, установленный для СИ данного типа (третий способ поверки).

В зависимости от способа поверки РМГ устанавливает соответствующие критерии, служащие для корректировки межповерочных и межкалибровочных интервалов. Из вышеприведенного очевидно, что дрейф метрологических характеристик косвенно проверяется при втором способе поверки, поскольку пригодность СИ к применению определяется, прежде всего, сравнением нестабильности СИ, полученной в результате поверки, с нормируемыми значениями. Однако в большинстве случаев используется третий способ поверки, при котором осуществляется контроль по альтернативному признаку (годен или не годен) без приведения количественных оценок, что, естественно, снижает достоверность оценок, служащих для корректировки МПИ (п. Б.2, Б.3 РМГ). Из этого следует вывод, что для корректной оценки и корректировки МПИ следует использовать количественные оценки, зафиксированные в протоколах поверок (метод по п. Б.1 РМГ). Основа этого метода заключается в том, чтобы методом последовательных приближений рассчитать вероятность метрологической исправности конкретной МХ в каждой проверяемой точке диапазона в конкретный момент времени. В конечном итоге в качестве МПИ для СИ принимают минимальный из полученных МПИ.

Дополнительно можно отметить, что РМГ предлагает использовать в том числе подход к назначению МПИ через минимизацию совокупных затрат на поверку и вынужденный простой СИ и издержек от недостоверных результатов измерений (экономические потери при эксплуатации метрологически отказавшего СИ). Однако обычно исходных данных для получения достоверного МПИ и однозначного и корректного решения задачи, как правило, недостаточно, что обуславливает тот факт, что данный метод практически не встречается на практике. Тем не менее БелГИМ рассматривает такие расчеты как обязательные для назначения МПИ в СЗМ для СИ учета энергоресурсов. Это обу-

словлено большим количеством эксплуатируемых в данной сфере средств измерений и финансовые издержки на «оборот» подлежащих поверке средств измерений может быть сопоставим с их полной заменой. Например, поверка водосчетчиков предполагает проведение их предварительного техобслуживания и ремонта, стоимость которых может достигать до половины стоимости нового прибора.

В заключение еще раз подчеркнем, что расчет МПИ по РМГ 74 выполняется в отношении средств измерений независимо от сферы их применения и является гарантией изготовителя по сохранению рабочих характеристик при соблюдении условий эксплуатации. Данный МПИ нельзя использовать для применения в сфере государственного регулирования даже при наличии тщательных исследований, поскольку обеспечить минимальные риски при эксплуатации средств измерений можно только частотой их контроля.

Приведенная в докладе информация является частью масштабной работы по подведению теоретической базы для оценки межповерочных/межкалибровочных интервалов и касается только первичных интервалов, назначаемых для вновь разрабатываемых средств измерений или средств измерений для которых получить эксплуатационную статистику проблематично (средства измерений импортного производства). Продолжение данной исследовательской работы будет касаться оценки эксплуатационной метрологической надежности средств измерений в т. ч., учитывающий риски, связанные с их применением в сфере законодательной метрологии.

### Литература

1. Закон Республики Беларусь от 5 сентября 1995 г. № 3848-ХП «Об обеспечении единства измерений», 2014.
2. Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь № 17 от 16.03.2007 «Об утверждении перечня областей в сфере законодательной метрологии».
3. Решение Научно-технической комиссии по метрологии (НТК) Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 03.10.2017 № 09-2017.
4. ТКП 8.001 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственные испытания средств измерений. Правила проведения работ».
5. РМГ 74-2004 «ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений».
6. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения».
7. ГОСТ 27.003-2016 «Надежность в технике (ССНТ). Состав и общие правила задания требований по надежности».



8. Данилов А.А. Методы установления и корректировки межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений / А.А. Данилов // Главный метролог, 2005. – № 6. – С. 29–36.

9. С.М. Боровиков, И.Н. Цырельчук, Ф.Д. Троян. «Расчет показателей надежности радиоэлектронных средств», Минск, БГУИР, 2010.

УДК 621.375

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАРТФОНОВ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРИ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ОБЪЕКТОВ

Шмигирёв Е.Ф.,<sup>1</sup> Юхник А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> ОУ Академия МВД Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь

Современный этап развития криминалистики характеризуется переосмыслением, уточнением и дополнением ряда положений теории криминалистики в соответствии последними тенденциями научно-технического прогресса. В криминалистической деятельности правоохранительные органы, активно используют автоматизированные информационные системы. Так на техническом вооружении Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь имеются автоматизированная дактилоскопическая идентификационная система (АДИС) «Дакто 2000» и экспертная автоматизированная система портретной идентификации «Портрет-2005». Данные системы позволяют формировать базы данных и вести в них оперативный поиск устанавливаемых лиц по имеющимся материалам. Базы данных формируются в большей степени из объектов, являющихся персональными данными лиц, отбор которых, регламентирован законом и требует определенного времени. При этом возможны ситуации, когда объекты исследования принадлежат несовершеннолетнему, гражданину иностранного государства либо иной категории лиц, информация о которых отсутствует в базах данных. В данном случае срок рассмотрения материалов проверки либо уголовного дела может значительно увеличиться и потребует дополнительных материальных затрат в виду проверки и постановки на учет большого количества проверяемых лиц, а в ряде случаев данные факторы сводят вероятность успешного разрешения материалов к нулю.

С целью сокращения времени, затрачиваемого на проверку лиц для предварительного исследования объектов (дактилоскопические образцы, портретные изображения), а именно исключения этапа получения образцов, предлагается проводить предварительное исследование образцов в режиме реального времени непосредственно при взаимодействии сотрудника правоохранительных органов и проверяемого лица. Данная процедура стала возможной благодаря созданию многофункциональных мобильных средств компьютерной техники и смартфонов.

Современные смартфоны обладают значительной вычислительной мощностью, кроме этого, они оснащены различными рода датчиками, такими как акселерометр, гироскоп, датчик освещенности, сканеры отпечатков пальцев и др. Кроме того, факт наличия в каждом смартфоне камеры высокого разрешения практически вытеснил с рынка обычные цифровые фотоаппараты (беззеркальные). С повышением производительности процессоров и увеличением объема оперативной памяти мобильных устройств появилась возможность применять различные алгоритмы обработки и анализа сигналов в реальном времени. То есть, используя современный смартфон, сотрудник правоохранительных органов может провести предварительное исследование образцов посредством камеры в режиме реального времени, обрабатывая видеопоток и проводя сопоставление изображений, отображающих идентифицирующий и идентифицируемый объект. Данная возможность оперативного сравнения значительно повысит вероятность раскрытия преступлений («по горячим следам»). В настоящее время методики и алгоритмы проведения криминалистических исследований с использованием мобильных устройств и смартфонов отсутствуют.

Возможно применение в реальном масштабе времени фильтра Собела на информационном видеопотоке с разрешением в 840 на 840 пикселей со скоростью 22 кадра в секунду на мобильном устройстве, оснащённом процессором «Qualcomm Snapdragon 625 MSM8953» (8 ядер, ARMCortex-A53 2000 МГц + ARMCortex-A53 2000 МГц), графическим ускорителем «Adreno 506» (650 МГц), оперативной памятью объёмом 4 Гб и операционной системой «Android 8.1 Oreo».

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

а)

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

б)

Рисунок 1 – Лапласиан с диагональными элементами (а), лапласиан без диагональных элементов (б)