DOI: 10.17117/na.2015.10.03.032

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.032.pdf>

Поступила (Received): 20.10.2015

Безуглов Д.А., Юхнов В.И. Эволюция метрологических характеристик автономных средств измерений

Bezuglov D.A., Yukhnov V.I.
The evolution of the metrological characteristics
of measuring instruments offline

Метрологические характеристики автономных средств измерений, предназначенных для хранения, воспроизведения и передачи размера единиц величин, изменяются в процессе эксплуатации. При эволюции метрологических характеристик средств измерений существенным является знание состояния процесса эволюции метрологических характеристик в настоящий момент времени. В работе показано, что модель эволюции метрологических характеристик, использующая диффузионные марковские процессы, наиболее адекватна исследуемому процессу и универсальна по сравнению с другими, используемыми в теории случайных функций
Ключевые слова: диффузионные марковские процессы

Autonomous metrological characteristics of measuring instruments intended for storage, reproduction and transmission size of the measurement units are changed in the process of operation. When the evolution of the metrological characteristics of measuring instruments is essential knowledge of the process of evolution of the metrological characteristics in real time. It is shown that the model of the evolution of the metrological characteristics using diffusion Markov processes that are most adequate to the investigated process and universal compared with other commonly used in the theory of random functions

Key words: diffusion markov processes

Безуглов Дмитрий Анатольевич

Доктор технических наук, профессор
Северо-Кавказский филиал Московского
технического университета связи и информатики
г. Ростов-на-Дону, ул. Серафимовича, 62

Bezuglov Dmitry Anatolyevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
North Caucasian branch Moscow technical
university of communications and informatics
Rostov-on-Don, Serafimovich st., 62

Юхнов Василий Иванович

Кандидат технических наук, доцент, заведующий
кафедрой
Северо-Кавказский филиал Московского
технического университета связи и информатики
г. Ростов-на-Дону, ул. Серафимовича, 62

Yukhnov Vasily Ivanovich

Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor, Head of Department
North Caucasian branch Moscow technical
university of communications and informatics
Rostov-on-Don, Serafimovich st., 62

Метрологические характеристики автономных средств измерений, предназначенных для хранения, воспроизведения и передачи размера единиц величин, изменяются в процессе эксплуатации. Следует отметить, что не все составляющие погрешности подвержены эволюции во времени. Например, методические погрешности зависят только от используемой методики измерения.

Среди инструментальных погрешностей есть много составляющих, практически не подверженных старению [1, 2, 3], например, размер кванта в цифровых приборах и определяемая им погрешность квантования.

Эволюция метрологических характеристик средств измерений во времени обусловлена процессами старения в его узлах и элементах, вызванными взаимодействием с внешней окружающей средой. Эти процессы протекают в основном на молекулярном уровне и не зависят от того, находится ли средство измерения в эксплуатации или хранится на консервации. Следовательно, основным фактором, определяющим старение средств измерений, является календарное время, прошедшее с момента их изготовления.

Исследования [4] показали, что необратимые процессы, изменяющие погрешность, протекают очень медленно и зафиксировать эти изменения в ходе эксперимента в большинстве случаев невозможно. В связи с этим большое значение приобретают различные математические методы, на основе которых строятся модели эволюции погрешностей и производится прогнозирование метрологических отказов.

Цель работы: исследование математических моделей утраты средствами измерений свойств, заданных при проектировании и изготовлении. В [1] рассмотрены основные физико-химические процессы, которые считаются ответственными за изменение свойств материалов и, как следствие, за эволюцию метрологических характеристик средств измерений, предназначенных для хранения, воспроизведения и передачи размера единиц величин.

Математические модели физико-химических процессов, приводящих к изменениям свойств материалов, из которых изготавливаются средства измерений, предназначенные для хранения единиц величин, должны учитывать векторный параметр, характеризующий условия эксплуатации, влияние внешней среды, начальные и граничные состояния средств измерений и т. д. В данных моделях часто используются дифференциальные уравнения: обыкновенные, в частных производных, стохастические и др.

Для оценки состояния средства измерений в будущие моменты времени необходимо выбрать модель эволюции его метрологических характеристик. В классе экстраполяционных методов изменения можно использовать модели, построенные на основе монотонных, комбинированных или диффузионных процессов [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Нужно отметить, что расхождение в оценке изменяющихся метрологических характеристиках может достигать существенного значения при использовании различных моделей. Поэтому к выбору модели следует подходить с позиций точности и адекватности описания реальных процессов.

В настоящее время все чаще применяются модели, использующие диффузионные марковские процессы [1, 2, 3]. Данные модели применимы в тех случаях, когда случайный процесс эволюции метрологических характеристик может быть достаточно адекватно описан диффузионным марковским процессом. Применение диффузионных марковских процессов обусловлено их свойствами, основное из которых – это отсутствие последействия: при эволюции метрологических характеристик средств измерений существенным является

знание состояния процесса эволюции метрологических характеристик в настоящий момент времени. Поведение диффузионного марковского процесса полностью описывается его локальными характеристиками, то есть коэффициентом сноса и коэффициентом диффузии. Модель эволюции метрологических характеристик, использующая диффузионные марковские процессы, наиболее адекватна исследуемому процессу и универсальна по сравнению с другими, используемыми в теории случайных функций. Сравнительный анализ, показывающий преимущество моделей эволюции метрологических характеристик в виде диффузионного марковского процесса, по сравнению с другими моделями, подробно описан в [3].

Выводы: Модель, используемая для успешного решения задачи описания процесса эволюции метрологических характеристик средств измерений, должна отвечать следующим основным требованиям:

- удобство для использования. Процессы измерений, вычислений, обработки результатов при решении задач прогноза должны быть максимально приспособлены для выполнения их оператором, не имеющим специальных навыков;

- использование наиболее совершенного и достаточно хорошо разработанного математического аппарата;

- универсальность. Модель должна описывать как стационарные, так и нестационарные процессы;

- возможность использования дополнительных критериев для оценки объективности выбора параметров модели;

- возможность корректировки модели и полученных результатов при поступлении дополнительной информации о характере процесса;

- удобство формального описания параметров изменяющегося процесса, минимизация ограничений при моделировании;

- адекватность изменяющемуся процессу. В модели должна учитываться физическая сущность изменяющегося процесса;

- достаточно высокая точность получения результата. Возможность получения решения задачи описания процесса не только в вероятностном, но и в аналитическом виде;

- обеспечение оперативности получения результата, возможность предварительного создания баз данных, простота использования вычислительной техники;

- обеспечение возможности решения как прямой, так и обратной задачи описания процесса;

- устойчивость к случайным выбросам результатов и другим возмущениям.

Всем перечисленным требованиям наиболее соответствуют диффузионные марковские модели. Именно они используются в работе для обоснования методов описания процесса эволюции метрологических характеристик средств измерений.

Список используемых источников:

1. Безуглов Д.А., Поморцев П.М. Автономные средства измерений. Монография. Ростов-на-Дону, 2007. 168 с.
2. Безуглов Д.А., Поморцев П.М. Методика увеличения межповерочного интервала групповой меры // Измерительная техника. 1998. № 11. С. 3
3. Безуглов Д.А., Кузин А.П., Решетникова И.В., Юхнов В.И. Информационная технология идентификации изображений // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-16. С. 3466-3470.
4. Безуглов Д.А., Поморцев М.П., Поморцев П.М. Синтез алгоритмов субоптимального оценивания единиц физических величин групповых эталонов // Вопросы радиоэлектроники. 2002. № 1. С. 254.
5. Безуглов Д.А., Решетникова И.В., Юхнов В.И., Енгибарян И.А. Оптимальное оценивание сигналов в гартмановском датчике на фоне пуассоновских шумов // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-16. С. 3471-3475.
6. Безуглов Д.А., Решетникова И.В., Юхнов В.И., Ячменов А.А. Оптимальная оценка сигналов в адаптивных оптических системах передачи информации // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2014. № 1 (53). С. 30-35.
7. Безуглов Д.А., Рытиков С.Ю., Швидченко С.А. Метод вейвлет-дифференцирования в задаче выделения контуров // Успехи современной радиоэлектроники. 2012. № 6. С. 52-57.
8. Безуглов Д.А., Цугурян Н.О. Дифференцирование результатов измерений сглаживающими кубическими В-сплайнами // Современные информационные технологии. 2005. № 1. С. 73-78.
9. Безуглов Д.А., Юхнов В.И. Метод определения параметров движения точечного источника с использованием высокоточных алгоритмов адаптивной оптики // Транспорт-2014. Ростов-на-Дону, 2014. С. 23-25.

© 2015, Безуглов Д.А., Юхнов В.И.
Эволюция метрологических характеристик автономных средств измерений

© 2015, Bezuglov D.A., Yukhnov V.I.
The evolution of the metrological characteristics of measuring instruments offline