



# НАНО-И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

ISSN 1813-8586

- Нанотехнологии
- Зондовая микроскопия
- Микромашины и наносистемы
- Молекулярная электроника
- Биоактивные нанотехнологии
- Элементы датчиков и биочипы
- Микроэлектромеханические системы
- Микрооптоэлектромеханические системы
- Биомикроэлектромеханические системы

Том 22. № 9. 2020

# Моделирование и конструирование МНСТ

## MODELLING AND DESIGNING OF MNST

УДК 005

DOI: 10.17587/nmst.22.485-488

Д. А. Дормидошина, зам. генерального директора АО "ЦКБ "Дейтон", доц. каф. НИУ МИЭТ,  
e-mail: Dormidoshina@Deyton.ru,

Ю. В. Рубцов, генеральный директор АО "ЦКБ "Дейтон", г. Москва, Зеленоград,  
зам. зав. каф. НИУ МИЭТ, г. Москва, e-mail: Rubtsov@Deyton.ru,

М. Л. Савин, науч. сотрудник каф. НИУ МИЭТ, e-mail: Savin@Deyton.ru

### ПРИМЕНЕНИЕ ИСМН В ПРОЦЕССАХ СБОРА, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Поступила в редакцию 14.09.2020

Наиболее объективную и достоверную информацию для оценки возможности применения изделий микроэлектроники в радиоэлектронной аппаратуре дают данные, полученные в результате их сбора, обработки и анализа от организаций, заказывающих, проектирующих, разрабатывающих, изготавливающих, испытывающих, поставляющих, применяющих и эксплуатирующих изделия. Анализ таких данных позволяет оценить уровень фактической надежности изделия, выявить слабые места в технологиях проектирования, изготовления, нормах применения и эксплуатации, разработать конкретные мероприятия по обеспечению надежности.

В настоящее время отмечается значительный рост затрат на сбор, обработку и анализ информации о надежности изделий микроэлектроники по причинам увеличения степени их миниатюризации, роста номенклатуры применяемых изделий микроэлектроники в радиоэлектронной аппаратуре. В то же время усиливаются требования со стороны потребителей и заказчиков к оптимизации затрат на сбор, обработку и анализ информации, что создает противоречия, для преодоления которых используются различные технологии и приемы, в том числе ИСМН, исследуемая в данной работе в целях обеспечения цифровизации информации о надежности изделий микроэлектроники.

**Ключевые слова:** изделия микроэлектроники, радиоэлектронная аппаратура, сбор, анализ, информация, надежность, стандартизация

#### Введение

ICMH является аббревиатурой от Information Classification, Marking and Handling, определяется как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих методов и инструментов, применяемых для решения задач сбора, обработки и анализа информации и получения достоверных данных. ICMH относительно недавно начали использовать на практике согласно национальным и международным стандартам для регламентирования процессов сбора, обработки и анализа информации и решения задач по оптимизации затрат. За относительно

небольшое время ICMH показала достаточно высокую результативность в ее использовании как на концептуальном, так и на системном уровнях. При использовании ICMH выдвигаются понятные требования, подтверждаются разумные ожидания и достигается надлежащий баланс между тем, что необходимо и что будет сделано, повышается достоверность результатов, пригодных для контроля, верификации и применения в автоматизированных процессах, обеспечивается устойчивость информации к изменениям под действием различных факторов.

## **Исследование требований к классификации и маркировке информации**

На начальном этапе использование ICMH предполагает разработку или модернизацию действующей системы сбора и обработки информации с применением различных доступных методов, обеспечивающих объективность, полноту, достоверность и актуальность информации с соблюдением соглашений и правил обмена информацией и ее обработки.

Для выполнения процессов сбора, обработки и анализа информации о надежности изделий микроэлектроники она должна быть классифицирована и маркирована. Маркировка должна соответствовать конкретным правилам классификации информации, т. е. конкретную информацию необходимо индцировать определенным знаком. Метаданные, раскрывающие сведения о признаках и свойствах, характеризующих данные, позволяющие автоматически искать и управлять данными в больших информационных потоках, не рекомендуется использовать в качестве эквивалента знака маркировки, за исключением случая, когда они предназначены для целей классификации, при этом они должны соответствовать маркировке.

Классификации и маркировке подлежит информация о надежности изделий микроэлектроники, содержащая следующие данные:

- об отказах и наработке конкретных изделий;
- содержащие условное обозначение изделия, обозначение документа на поставку, технические характеристики;
- о результатах оценки надежности, разработанных и проведенных мероприятиях по ее повышению, а также справочные данные по надежности.

Данные об отказах формируют по признакам несоответствия свойств и характеристик изделия микроэлектроники установленным нормам, которые наблюдаются при контроле этих характеристик и их измерении. Они могут содержать информацию о полной потере работоспособности изделия, несоответствии параметров нормам, указанным в документах на поставку, дефектам внешнего вида и независимы от места возникновения отказа и причины.

Причины возникновения отказа классифицируют и маркируют по признакам смысловой принадлежности:

- 1) ошибки и несовершенство конструкции изделия и конструкторской документации;
- 2) ошибки и несовершенство технологического процесса;

3) нарушение требований, предъявляемых к контролю изделий, упаковке, транспортировке, хранению, применению и эксплуатации;

4) прочие причины.

## **Примеры классификации и маркировки информации о несоответствии параметров нормам, указанным в документах на поставку с применением ICMH**

Несоответствие параметров нормам, указанным в документах на поставку, можно классифицировать и маркировать для различных изделий микроэлектроники в соответствии с Общероссийским классификатором изделий и конструкторских документов, обозначаемым как ОК 012-93, и действующими стандартами. Для микросхем интегральных цифровых это несоответствие параметров, указанных в документах на поставку или в протоколе разрешения на применение в случае использования изделия в условиях, отличных от указанных в документах на поставку, основные из них:

- а) выходное напряжение низкого уровня —  $U_{OL}$ ;
- б) выходное напряжение высокого уровня —  $U_{OH}$ ;
- в) напряжение срабатывания  $U_{IT+}$  — наименьшее постоянное напряжение на входе микросхемы, при котором происходит переход элемента схемы изделия из одного устойчивого состояния в другое;
- г) напряжение отпускания  $U_{IT-}$  — величина, по смыслу противоположная напряжению срабатывания; по причине ошибок в конструкторской документации несоответствие может быть в значении напряжения гистерезиса  $U_h$ , определяющего разность между напряжением срабатывания и напряжением отпускания;
- д) выходной ток низкого уровня  $I_{OL}$  — ток, протекающий в выходной цепи микросхемы при выходном напряжении низкого уровня;
- е) выходной ток высокого уровня  $I_{OH}$  — величина, по смыслу противоположная выходному току низкого уровня;
- ж) выходной ток низкого (высокого) уровня в состоянии "Выключено"  $I_{OZL}$  ( $I_{OZH}$ ) — выходной ток микросхемы, выход которой находится в состоянии "Выключено" при подаче на измеряемый выход заданного напряжения низкого (высокого) уровня. Данная классификация используется для изделий с тремя состояниями на выходе. На выходе микросхема может быть в состоянии высокого уровня, низкого уровня, а также в третьем — отключенном состоянии, которое называется высокомимпедансным, или состоянием высокого сопротивления. В качестве примера может быть мик-

росхема 1533АП3ТММ (разработка ПАО "Микрон" 2018 г.) — два 4-канальных формирователя с инверсией информации и тремя состояниями на выходах;

3) время задержки распространения при включении  $t_{PHL}$  — интервал времени между входным и выходным импульсами при переходе напряжения на выходе микросхемы от напряжения высокого уровня к напряжению низкого уровня, измеренный на уровне 0,5 или на заданном в конструкторской документации уровне напряжения;

и) время задержки распространения при выключении  $t_{PLH}$  — интервал времени между входным и выходным импульсами при переходе напряжения на выходе микросхемы от напряжения низкого уровня к напряжению высокого уровня, измеренный на уровне 0,5 или на заданном в конструкторской документации уровне напряжения;

к) время задержки распространения при переходе из состояния "Выключено" в состояние высокого (низкого) уровня  $t_{PZH}$  ( $t_{PLZ}$ ) — интервал времени между входным и выходным импульсами при переходе напряжения на выходе микросхемы от напряжения высокого (низкого) уровня к напряжению в состоянии "Выключено", измеренный на заданном в конструкторской документации уровне напряжения для изделий с тремя состояниями на выходе;

л) время задержки распространения при переходе из состояния высокого (низкого) уровня в состояние "Выключено"  $t_{PHZ}$  ( $t_{PLZ}$ ) — величина, по смыслу противоположная времени задержки распространения при переходе из состояния "Выключено" в состояние высокого (низкого) уровня;

м) время нарастания (спада) сигнала  $t_R$  ( $t_F$ ) — интервал времени нарастания (спада) амплитуды выходного сигнала микросхемы от уровня 0,1 до уровня 0,9 от заданного в конструкторской документации значения.

Основные параметры изделий микроэлектроники, предназначенные для обработки информации, их несоответствие нормам, указанным в документах на поставку, можно классифицировать и маркировать в зависимости от вида изделия микроэлектроники, конкретного функционального назначения и схемотехнического решения следующим образом:

1) аналогично микросхемам интегральным цифровым: выходное напряжение низкого уровня  $U_{OL}$ ; выходное напряжение высокого уровня  $U_{OH}$ ; выходной ток низкого уровня  $I_{OL}$ ; выходной ток высокого уровня  $I_{OH}$ ; выходной ток низкого (высокого) уровня в состоянии "Выключено"  $I_{OZH}$  ( $I_{OZL}$ ); время задержки распространения при включении (выключении)  $t_{PH}$  ( $t_{PLH}$ ); время задержки

распространения при переходе из состояния "Выключено" в состояние высокого (низкого) уровня  $t_{PZH}$  ( $t_{PLZ}$ ); время задержки распространения при переходе из состояния высокого (низкого) уровня в состояние "Выключено"  $t_{PHZ}$  ( $t_{PLZ}$ ); время нарастания (спада) сигнала  $t_R$  ( $t_F$ );

2) ток утечки низкого (высокого) уровня на входе  $I_{LIL}$  ( $I_{LH}$ ) (ток утечки во входной цепи микросхемы при входных напряжениях в диапазоне, соответствующем низкому уровню, и при заданных режимах на остальных выводах);

3) рабочая частота  $f$ ;

4) частота следования импульсов тактовых сигналов  $f_C$ ;

5) время выбора  $f_{CS}$  (интервал времени, измеренный на заданных уровнях, между подачей сигнала на управляющий вход и получением на выходе сигнала информации при условии, что все остальные необходимые сигналы поданы).

Аналогичные исследования были проведены для других видов изделий микроэлектроники и применены в информационной поисковой системе "Дейтон" разработки АО "ЦКБ "Дейтон" для оценки возможности применения изделий микроэлектроники в радиоэлектронной аппаратуре.

## Заключение

В ходе исследований были изучены требования документов по стандартизации надежности изделий, параметров изделий микроэлектроники, необходимых для оценки их надежности, современные результаты исследований ИСМН, применяемой для классификации и маркировки информации. Исследования показали целесообразность применения ИСМН в целях обеспечения функционирования процессов сбора, обработки и анализа информации о надежности изделий микроэлектроники и получения достоверных и актуальных данных.

## Список литературы

1. ГОСТ Р 58545—2019. Менеджмент знаний. Руководящие указания по сбору, классификации, маркировке и обработке информации.
2. ГОСТ Р 57435—2017. Микросхемы интегральные. Термины и определения.
3. ГОСТ Р 57441—2017. Микросхемы интегральные. Термины, определения и буквенные обозначения электрических параметров.
4. ГОСТ 27.002—2015. Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения.
5. ГОСТ Р 55893—2013. Микросхемы интегральные. Основные параметры.
6. ГОСТ РВ 27.2.01—2005. Надежность ВТ. Классификация отказов и предельных состояний.
7. РД 50-204—87. Методические указания. Надежность в технике. Сбор и обработка информации о надежности изделий в эксплуатации. Основные положения.

8. Балашова С. А., Ветошкин Е. В. Система сбора и обработки информации по качеству и надежности // Вестник ИГЭУ. 2012. № 1. С. 57–61.
9. Taylor M. Do you ICMH? URL: <https://ion.icaew.com/technews/b/weblog/posts/do-you-icmh> (дата обращения: 20.08.2020).

10. BSI BS 10010. Information classification, marking and handling — Specification. URL: <http://www.iprosoft.ru/docs/?nd=440169701&tab=3> (дата обращения: 20.08.2020).
11. Quality & Reliability. Integrated Silicon Solution Inc. URL: [http://www.issi.com/WW/pdf/ISSI\\_QualityReliability-Manual.pdf](http://www.issi.com/WW/pdf/ISSI_QualityReliability-Manual.pdf) (дата обращения: 20.08.2020).

**D. A. Dormidoshina**, Deputy General Director of Central design office "Deyton", [Dormidoshina@Deyton.ru](mailto:Dormidoshina@Deyton.ru),  
**Yu. V. Rubtsov**, General Director of Central design office "Deyton",  
Head of Chair, [Rubtsov@Deyton.ru](mailto:Rubtsov@Deyton.ru), **M. L. Savin**, Researcher of National Research University  
of Electronic Technology, [Savin@Deyton.ru](mailto:Savin@Deyton.ru), Moscow, Russian Federation

*Corresponding author:*

**Dormidoshina Daria A.**, Deputy General Director of Central design office "Deyton", Moscow, Zelenograd, 124460,  
Russian Federation  
E-mail: [Dormidoshina@deyton.ru](mailto:Dormidoshina@deyton.ru)

## The Application of ICMH in the Collection, Processing and Analysis of Information on the Reliability of Microelectronic Products

Received on September 14, 2020

Accepted on September 29, 2020

*The most objective and reliable information for assessing the possibility of using microelectronic products in electronic equipment is provided by the data obtained as a result of their collection, processing and analysis from organizations ordering, designing, developing, manufacturing, testing, supplying, using and operating products. The analysis of such data makes it possible to assess the level of the actual reliability of the product, to identify weak points in design technology, manufacturing, application and operation standards, and to develop specific measures to ensure reliability.*

*Currently, there is a significant increase in the costs of collecting, processing and analyzing information on the reliability of microelectronic products due to the increase in the degree of their miniaturization, the growth of the range of used microelectronic products in radio electronic equipment. At the same time, demands from consumers and customers to optimize the costs of collecting, processing and analyzing information are increasing, which creates contradictions to overcome which various technologies and techniques are used, including ICMH, which is studied in this article in order to ensure the digitalization of information about reliability microelectronic products.*

**Keywords:** microelectronic products, electronic equipment, collection, analysis, information, reliability, standardization

*For citation:*

**Dormidoshina D. A., Rubtsov Yu. V., Savin M. L.** The Application of ICMH in the Collection, Processing and Analysis of Information on the Reliability of Microelectronic Products, *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*, 2020, vol. 22, no. 9, pp. 485–488.

DOI: [10.17587/nmst.22.485-488](https://doi.org/10.17587/nmst.22.485-488)

### References

1. GOST R 58545—2019. Knowledge management. Guide for information collection, classification, marking and handling (in Russian).
2. GOST R 57435—2017. Integrated circuits. Terms and definitions (in Russian).
3. GOST R 57441—2017. Integrated circuits. Terms, definitions and letter symbols of electrical parameters (in Russian).
4. GOST 27.002—2015. Dependability in techniques. Terms and definitions (in Russian).
5. GOST R 55893—2013. Integrated microcircuits. Basic parameters (in Russian).
6. GOST RV 27.2.01—2005. Dependability of military techniques. Classification of failures and limit states (in Russian).
7. RD 50-204—87. Methodical instructions. Reliability in technology. Collection and processing of information about the reliability of products in operation. Basic provisions (in Russian).
8. Balashova S. A., Vetroshkin E. V. System of collection and processing of data on quality and reliability. *Vestnik of Ivanovo State Power Engineering University*, 2012, no. 1, pp. 57–61 (in Russian).
9. Taylor M. Do you ICMH? URL: <https://ion.icaew.com/technews/b/weblog/posts/do-you-icmh> (date of the application: 20.08.2020).
10. BSI BS 10010. Information classification, marking and handling — Specification. URL: <http://www.iprosoft.ru/docs/?nd=440169701&tab=3> (date of the application: 20.08.2020).
11. Quality & Reliability. Integrated Silicon Solution Inc. URL: [http://www.issi.com/WW/pdf/ISSI\\_QualityReliability-Manual.pdf](http://www.issi.com/WW/pdf/ISSI_QualityReliability-Manual.pdf) (date of the application: 20.08.2020).