

Данилин С.Н., Щаников С.А., Борданов И.А., А.Д. Зуев  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 E-mail: dsn-55@mail.ru

### Классификация основных факторов, снижающих отказоустойчивость и надежность искусственных нейронных сетей на базе мемристоров

Достигнутое на этапе компьютерного моделирования номинальное качество работы искусственных нейронных сетей (ИНС) (в том числе, отказоустойчивость и надежность) значительно снижается при их технической реализации. Причина этого явления заключается в неизбежном влиянии внутренних и внешних физических и информационных дестабилизирующих работу ИНС факторов, а также производственных и эксплуатационных погрешностей значений параметров компонентов структуры и элементов платформы их реализации [1-3].

Все возможные основные факторы, вызывающие изменения отказоустойчивости (ОУ) и надежности (Н) функционирования ИНС на базе мемристоров (ИНСМ) можно условно разделить на внутренние и внешние. Например, внутренние факторы: - эксплуатационные погрешности элементов; - шумы элементов и структур; - ошибки алгоритмического, математического и программного обеспечения. Внешние факторы: - производственные погрешности элементов и структур; - шумы и ошибки во входной информации; - помехи и погрешности источников электропитания ИНСМ. Для обеспечения заданной ОУ и Н функционирования (в зависимости от предъявляемых требований к уровню надежности) необходимо определить и учесть влияние всех существенных внутренних и внешних дестабилизирующих факторов для конкретного варианта реализации ИНСМ. В результате этой работы могут быть определены предельно допускаемые уровни указанных дестабилизирующих факторов (Рис. 1).

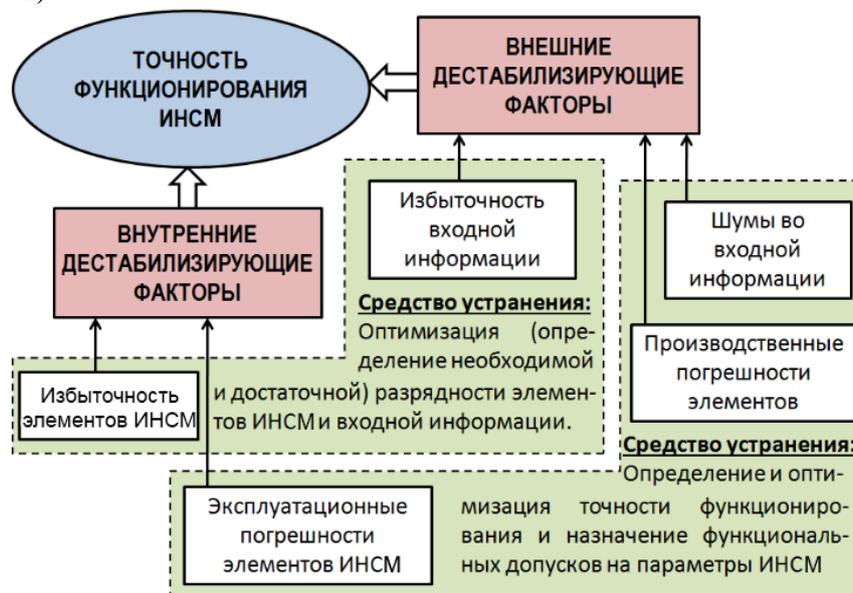


Рис. 1. Факторы, дестабилизирующие работу ИНСМ

На основе обзора научно-технических источников, методологии системного анализа, принципов синтеза и функционирования ИНСМ, результатов имитационного моделирования, авторами предложен следующий вариант классификации основных физических и информационных факторов, снижающих отказоустойчивость ИНСМ [1]:

– внутренние и внешние;

- аппаратные и программные;
- цифровые и аналоговые;
- тип платформы технической реализации;
- структурно–функциональный уровень;
- тип выполняемой функции;
- этап функционирования;
- режим функционирования;
- погрешности и ошибки информационного, математического, методического, алгоритмического и программного обеспечения;
- типы ИНСМ;
- варианты схмотехнических, конструктивных, технологических реализаций;
- погрешности исполнения ИНСМ, управления, эксплуатации;
- чувствительность к внутренним и внешним воздействиям;
- электрические режимы мемристоров (М) и комплектующих элементов (КЭ), характерные для типа элемента, и выполняемых функций.

Общесистемные факторы:

- общие характеристики факторов;
- объективные и субъективные;
- одномерные и многомерные;
- аддитивные и мультипликативные;
- статические и динамические;
- периодические и непериодические;
- линейные и нелинейные;
- зависимые и независимые.

Предложенная классификация позволяет систематизировать дестабилизирующие факторы и более эффективно применять известные и разрабатывать новые подходы, методы, алгоритмы их устранения и (или) компенсации результатов их деструктивного влияния на отказоустойчивости и надежности ИНСМ.

Современные методы и средства активного и пассивного устранения влияния дестабилизирующих функционирование ИНСМ факторов наиболее подробно рассмотрены в работах [2-4].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-07-01215.

### Литература

1. A Survey of Neuromorphic Computing and Neural Networks in Hardware [Электронный ресурс] / С. D. Schuman, Т. E. Potok, R. M. Patton, J. D. Birdwell, M. E. Dean, G. S. Rose, J. S. Plank // Proceedings of CoRR journal. URL: <https://arxiv.org/pdf/1705.06963.pdf> (Дата обращения: 24.08.2019).
2. Torres-Huitzil C., Girau B. Fault and error tolerance in neural networks: A review. // IEEE Access. 2017. V. 5. P. 17322-17341
3. Yeung D. S., Cloete I., Shi D., Ng W. W. Y. Sensitivity Analysis for Neural Networks. Heidelberg: Springer, 2010. P. 89
4. Данилин С.Н. Зуев А.Д. Особенности обеспечения отказоустойчивости нейронных сетей на базе мемристоров на схмотехническом структурно-функциональном уровне. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2019. № 4 (36). С. 32-43.