

КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ И РЕТРАНСЛЯЦИИ:  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

УДК 621.391.15

Улучшение радиационной стойкости памяти  
с помощью помехоустойчивых кодов

А. Н. Ершов<sup>1</sup>, С. В. Петров<sup>2</sup>, Ю. П. Пятошин<sup>3</sup>, Д. В. Коханько<sup>4</sup>,  
В. В. Зяблов<sup>5</sup>, В. Б. Афанасьев<sup>6</sup>, В. Г. Потапов<sup>7</sup>, Д. К. Зигангиров<sup>8</sup>

<sup>3</sup>к. ф.-м. н.

<sup>1,2,3,4</sup>ОАО «Российские космические системы»

<sup>5</sup>д. т. н., <sup>6</sup>к. т. н., доцент, <sup>7,8</sup>к. т. н.

<sup>5,6,7,8</sup>ФГБУН «Институт проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН»

e-mail: <sup>1</sup>anershov@rniikp.ru, <sup>2</sup>petrov\_sv@spacecorp.ru, <sup>4</sup>dmitriyk.87@yandex.ru,

<sup>5</sup>zyablov@iitp.ru, <sup>6</sup>afanov@iitp.ru, <sup>7</sup>potapov@iitp.ru, <sup>8</sup>zig@iitp.ru

**Аннотация.** Представлен обзор технологий помехоустойчивого кодирования, используемых в настоящее время при проектировании микросхем памяти, для защиты от разрушений, возникающих под действием жесткого космического излучения.

Применение кодов, исправляющих и обнаруживающих ошибки, важно как при разработке и производстве самих микросхем памяти, так и на этапе разработки приборов с использованием этих микросхем. Так как с развитием полупроводниковых технологий увеличивается плотность хранения информации, а геометрические размеры ячеек памяти уменьшаются, то уже недостаточно известных методов исправления однократных и обнаружения двукратных ошибок. Становится обязательным обнаружение и исправление как минимум парных ошибок. При разработке новых кодовых конструкций для памяти, помимо оптимальности исправляющей способности, важные параметры — сложность реализации кодера/декодера, возможность параллельной организации алгоритмов кодирования/декодирования, патентная чистота конструкций.

**Ключевые слова:** помехоустойчивые коды, радиационная стойкость памяти

Improvement of Radiation Tolerant Memory  
through Error Correcting Codes

A. N. Ershov<sup>1</sup>, S. V. Petrov<sup>2</sup>, Yu. P. Pyatoshin<sup>3</sup>, D. V. Kokhanko<sup>4</sup>,  
V. V. Zyablov<sup>5</sup>, V. B. Afanassiev<sup>6</sup>, V. G. Potapov<sup>7</sup>, D. K. Zigangirov<sup>8</sup>

<sup>3</sup>candidate of physical and mathematical sciences

<sup>1,2,3,4</sup>Joint Stock Company “Russian Space Systems”

<sup>5</sup>doctor of engineering science

<sup>6</sup>candidate of engineering science, associate prof.

<sup>7,8</sup>candidate of engineering science

<sup>5,6,7,8</sup>Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences  
(Kharkevich Institute)

e-mail: <sup>1</sup>anershov@rniikp.ru, <sup>2</sup>petrov\_sv@spacecorp.ru, <sup>4</sup>dmitriyk.87@yandex.ru,

<sup>5</sup>zyablov@iitp.ru, <sup>6</sup>afanov@iitp.ru, <sup>7</sup>potapov@iitp.ru, <sup>8</sup>zig@iitp.ru

**Abstract.** The article presents an overview of currently used technologies of error correction codes in the design of memory chips for ensuring protection against the devastating effects of cosmic radiation.

Employing error-detection and error-correction codes is important in both the designing and manufacturing of memory chips themselves, and at the stage of development of devices using these chips. Since the development of semiconductor technology the storage density is increasing and cell geometries decreases, the methods of single error correction and double error detection is not sufficient enough, providing detection and correction of errors at least the pair becomes mandatory. The development of new code constructions for the radiation tolerant memory, in addition to optimal correcting capability, has important requirements for practical implementation that are: the low encoder/decoder complexity, the possibility of parallel encoding/decoding and Patent clearance.

**Key words:** error correcting codes, radiation-tolerant memory