

УДК 004.056.5

doi: 10.26583/bit.2024.2.12

Андрей А. Белавин<sup>1</sup>, Дарья А. Иутина<sup>2</sup>, Ксения А. Шалова<sup>3</sup>, Родион Я. Панцыр<sup>4</sup>  
*Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»,  
пл. Шокина, 1, Зеленоград, Москва, 103460, Россия*  
<sup>1</sup>*e-mail: belavinandrej15@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-1572-9195>*  
<sup>2</sup>*e-mail: iutinadara@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2549-0901>*  
<sup>3</sup>*e-mail: kseniashalva@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2394-3055>*  
<sup>4</sup>*e-mail: rodionpan@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0683-533X>*

## РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГИИ СИГНАЛА, ИЗЛУЧАЕМОГО ИНТЕРФЕЙСОМ LVDS

*Аннотация.* В данной статье рассматривается разработка рекомендаций по экранированию отдельных частей технического средства для уменьшения энергии сигнала, излучаемого интерфейсом LVDS (Low Voltage Differential Signaling). Интерфейс LVDS широко используется в различных электронных устройствах для передачи цифровых сигналов с низким уровнем напряжения. Так сложилось, что LVDS стал интерфейсом для подключения ноутбуков и матриц мониторов, именно поэтому он и применяется в большом количестве стандартных ЖК панелей. Однако, при передаче сигналов через интерфейс LVDS возникают ПЭМИ (побочные электромагнитные излучения), которые могут быть перехвачены злоумышленниками. Для решения этой проблемы предлагается использовать рекомендации по экранированию, описанные в данной статье. Экранирование представляет собой процесс установки металлического экрана, который служит барьером для электромагнитных излучений, вокруг кабеля, самого технического средства либо его отдельных частей. Это позволяет снизить уровень излучения сигнала и улучшить качество передачи данных. В статье описываются методы экранирования отдельных частей типового монитора с интерфейсом LVDS. Особое внимание уделяется оценке эффективности предложенной рекомендации. Проводятся эксперименты, в ходе которых измеряется уровень излучения сигнала до и после доработки технического средства. Результаты показывают значительное снижение энергии сигнала, что подтверждает эффективность предложенного подхода. Данная статья представляет интерес для специалистов в области электроники и инженеров, занимающихся разработкой и улучшением интерфейсов передачи данных. Предложенные рекомендации могут быть использованы для снижения электромагнитных излучений в различных электронных устройствах с интерфейсом LVDS.

*Ключевые слова:* рекомендации по экранированию, интерфейс LVDS, снижение уровня излучения.

*Для цитирования:* БЕЛАВИН, Андрей А. и др. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГИИ СИГНАЛА, ИЗЛУЧАЕМОГО ИНТЕРФЕЙСОМ LVDS. Безопасность информационных технологий, [S.l.], т. 31, № 2, с. 172–179, 2024. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.spels.ru/index.php/bit/article/view/1645>. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2024.2.12>.

Andrey A. Belavin<sup>1</sup>, Daria A. Iutina<sup>2</sup>, Ksenia A. Shalova<sup>3</sup>, Rodion Ya. Pantsir<sup>4</sup>  
*National Research University “Moscow Institute of Electronic Technology”,  
Shokin Square, 1, Zelenograd, Moscow, 103460, Russia*  
<sup>1</sup>*e-mail: belavinandrej15@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-1572-9195>*  
<sup>2</sup>*e-mail: iutinadara@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2549-0901>*  
<sup>3</sup>*e-mail: kseniashalva@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2394-3055>*  
<sup>4</sup>*e-mail: rodionpan@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0683-533X>*

### **Development of recommendations for reducing the energy of the signal emitted by the LVDS interface**

*Abstract.* This article discusses the development of recommendations for shielding individual parts of a technical means to reduce the energy of the signal emitted by the LVDS (Low Voltage Differential Signaling) interface. The LVDS interface is widely used in various electronic devices for transmitting low-voltage digital signals. In fact, LVDS became an interface for connecting laptops and monitor arrays, for this reason it is used in a large number of standard LCD panels. However, when signals are transmitted through the LVDS interface, side electromagnetic radiation occurs, which can be intercepted by intruders. To solve this problem, it is proposed to use the shielding recommendations described in this article. Shielding is the process of installing a metal shield that serves as a barrier to electromagnetic radiation around the cable, the technical means itself or its separate parts. This allows to reduce the level of signal emission and improve the quality of data transmission. The article describes methods for individual parts of a typical monitor with an LVDS interface shielding. Special attention is paid to evaluating the effectiveness of the proposed recommendation. Experiments are being carried out, during which the radiation level of the signal is measured before and after the refinement of the technical means. The results show a significant decrease in signal energy, which confirms the effectiveness of the proposed approach. Thus, this article is of interest to specialists in the field of electronics and engineers involved in the development and improvement of data transmission interfaces. The proposed recommendations can be used to reduce electromagnetic radiation in various electronic devices with LVDS interface.

*Keywords:* recommendations for screening, LVDS interface, radiation level reduction.

*For citation:* BELAVIN, Andrey A. et al. Development of recommendations for reducing the energy of the signal emitted by the LVDS interface. *IT Security (Russia)*, [S.l.], v. 31, no. 2, p. 172–179, 2024. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.spels.ru/index.php/bit/article/view/1645>. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2024.2.12>.

## Введение

В современном информационном обществе защита информации становится одним из наиболее важных аспектов обеспечения национальной безопасности. Защита информации внутри страны имеет ключевое значение для обеспечения целостности, конфиденциальности и доступности данных, которые являются основой функционирования государственных органов, бизнеса, инфраструктуры и общества в целом [1]. Одним из аспектов защиты является защита конфиденциальной информации от утечки по техническим каналам. Примером такого канала является электромагнитный канал утечки информации. А именно перехват информации, обрабатываемой техническими средствами, через побочные электромагнитные излучения (ПЭМИ) [2, 3].

Наиболее опасным, с точки зрения утечки информации, является вывод информации на экран монитора, поэтому очень важно уделять внимание защите видеосистем от утечки ПЭМИ [4]. Существует несколько видеоинтерфейсов: VGA, DVI, HDMI и внутренние видеоинтерфейсы LVDS и DP. Практически всегда можно уменьшить уровень ПЭМИ от видеоинтерфейсов, заменив кабель на более качественный, либо экранированный [5]. Сложнее с внутренними видеоинтерфейсами, например, с LVDS, так как он соединяет матрицу и плату непосредственно внутри видеосистемы.

Существует несколько способов защититься от побочных электромагнитных излучений. Одним из таких способов является экранирование технического средства или отдельных его частей [6, 7]. Однако в настоящее время покупка сразу экранированного технического средства, ПЭВМ в защищенном исполнении, является недешёвым удовольствием [8]. В данной статье будут разработаны рекомендации по уменьшению энергии сигнала, излучаемого интерфейсом LVDS. С их помощью можно будет использовать технику в защищенном исполнении.

### Разработка рекомендаций доработки технического средства

Для измерения побочных электромагнитных излучения был выбран анализатор спектра Keysight N9010A и активная измерительная антенна Rohde&Schwarz HE300 [9], рис. 1.



Рис. 1. Схема стенда при проведении измерений

Основными источниками побочных электромагнитных колебаний в типовом мониторе с интерфейсом LVDS являются главная шина LVDS, по которой непосредственно передается сигнал, и печатная плата, которая участвует в обработке сигнала. Именно эти элементы будем дорабатывать, для того чтобы уменьшить энергию сигнала, излучаемого интерфейсом LVDS [10].

В качестве измеряемого технического средства был выбран монитор АОС 22Е1D с разрешением 1920x1080 и частотой обновления 60 Гц.

Проведение исследований ПЭМИ устройств отображения с интерфейсом LVDS показали, что максимальный уровень сигнала ПЭМИ наблюдается при использовании тестового сигнала «точка – через точку» (белый пиксель – черный пиксель) [4].

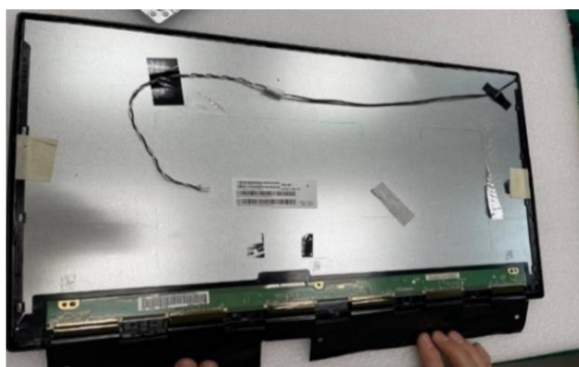
Материалы, выбранные в качестве экранирующих, представлены в табл. 1 [11, 12].

Таблица 1. Список экранирующих материалов

Материал	Диапазон рабочих частот
Радиопоглощающий материал FАМ 0,5 мм	30 МГц – 8 ГГц
Медная лента	1 МГц – 2 ГГц
Мягкое железо Forceberg с клеевым слоем, толщина 0,4 мм	1 МГц – 5 ГГц

Также была использована полиимидная лента (термоскотч), который представляет собой изоляционный материал и используется при инфракрасной пайке для защиты печатных плат и электронных компонентов от высокой температуры (до +260°C) [13].

Отсоединим заднюю крышку монитора и открутим защитный кожух с платой управления и платой питания. На обратной стороне ЖК-панели расположена довольно большая печатная плата, к которой от основной платы управления подключен многоконтактный шлейф LVDS. Сама печатная плата скрыта под металлической планкой. На рис. 2 представлен монитор в разобранном виде.



*Рис. 2. Монитор в разобранном виде*

На втором этапе обклеим главную шину LVDS мягким железом, а после медной лентой. Данные действия отображены на рис. 3 и 4 соответственно.



*Рис. 3. Оклейка шины LVDS мягким железом*



*Рис. 4. Оклейка шины LVDS медной лентой*

Далее перейдем к печатной плате. Сначала обклеим ее термоскотчем, для того чтобы после экранирования с двух сторон радиопоглощающим материалом не произошло короткого замыкания. Затем приклеим на плату и под нее радиопоглощающий материал FАM толщиной 0,5 мм, рис. 5 и 6 соответственно.



*Рис. 5. Нанесение термоскотча на печатную плату*



*Рис. 6. Оклейка печатной платы радиопоглощающим материалом FАM*

Далее заклеим медной лентой всевозможные места передачи LVDS сигнала в техническом средстве, то есть саму печатную плату с LVDS шлейфом и защитный кожух с платой управления и платой питания по периметру. Оклейка медной лентой представлена на рис. 7.



Рис. 7. Оклейка медной лентой всевозможных мест передачи LVDS сигнала

Было проведено две серии измерений. Обе серии проводились с указанным выше измерительным оборудованием и стендовым системным блоком. Расстояние между антенной и техническим средством 1 м. Поляризация антенны выбиралась согласно максимальному значению  $E_{с+ш}$ . Сначала измерили энергию сигнала монитора с интерфейсом LVDS до экранирования [14]. Результаты измерений до доработки представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты измерений монитора до экранирования

№ п/п	F, [МГц]	$E_{с+ш}$ , [дБ (отн. мкВ/м)]	$E_{ш}$ , [дБ (отн. мкВ/м)]
1	134,6	38,3	33,4
2	216,231	41,4	35,3
3	634,492	36,6	32,1
4	702,549	37,9	30,2

Во второй серии измерения проводились уже для экранированного монитора. Результаты измерений после доработки представлены в табл. 3. В обоих случаях измерительная антенна была расположена на расстоянии 1 м от технического средства.

Таблица 3. Результаты измерений монитора после экранирования

№ п/п	F, [МГц]	$E_{с+ш}$ , [дБ (отн. мкВ/м)]	$E_{ш}$ , [дБ (отн. мкВ/м)]
1	134,6	27,2	26,1
2	216,231	31,3	28,0
3	634,492	28,6	27,2
4	702,549	26,2	25,3

Спектрограмма ПЭМИ исследуемого технического средства на частоте 134,6 МГц представлена на рис. 8.

Для расчета энергии сигнала вычислим уровень сигнала побочных электромагнитных излучений монитора до и после экранирования [15]:

$$E_c = \sqrt{E_{с+ш}^2 - E_{ш}^2},$$

где:  $E_c$  – энергия сигнала.

Результаты расчетов представлены в табл. 4.

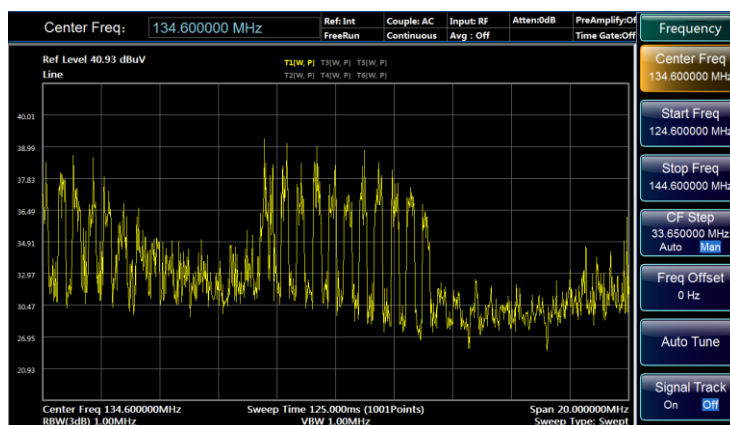


Рис. 8. Побочные электромагнитные излучения монитора с интерфейсом LVDS в точке 134,6 МГц

Таблица 4. Результаты расчетов энергии сигналов

№ п/п	До экранирования			После экранирования		
	F, [МГц]	Ес, [дБ(отн. мкВ/м)]	Ес, [мкВт]	F, [МГц]	Ес, [дБ(отн. мкВ/м)]	Ес, [мкВт]
1	134,6	18,7438	74,88242	121,583	7,657023	5,830453
2	216,231	21,6303	145,5561	216,231	13,98892	25,05489
3	634,492	17,58266	57,31472	634,492	8,838552	7,653414
4	702,549	22,89913	194,9453	702,549	6,808083	4,795218

### Заключение

В данной статье разработаны рекомендации по экранированию отдельных частей технического средства для уменьшения энергии сигнала, излучаемого интерфейсом LVDS. Описаны методы экранирования отдельных комплектующих типового монитора с интерфейсом LVDS. Проведено две серии измерений, в ходе которых оценивался уровень излучения сигнала до и после применения рекомендаций экранирования. До экранирования среднее значение энергии сигнала составляет 20,21 дБ (отн. мкВ/м), а после экранирования 9,32 дБ (отн. мкВ/м), что равно уменьшению энергии сигнала в 11 раз. Результаты показывают значительное снижение энергии сигнала, что подтверждает эффективность предложенных рекомендаций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Авсентьев А.О., Вальде А.Г. Показатель защищенности информации от утечки по электромагнитным каналам. Вестник Воронежского института МВД России. 2017, № 1, с. 111–118. – EDN: YIOMPL.
2. Симахин Е.А., Гавдан Г.П., Дураковский А.П. Исследования утечки защищаемой информации по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок в интерфейсах видеоподсистем мониторов. Технические средства защиты информации: тезисы докладов XX Белорусско-российской научно-технической конференции, Минск, 7 июня 2022 г. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Т.В. Борботько [и др.]. Минск. 2022, с. 94–95. URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/48407> (дата обращения: 31.03.2024).
3. Меньшаков Ю.К. Теоретические основы технических разведок. М.: Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2007. – 536 с. – ISBN 978-5-7038-3019-2. – EDN: ZCLENF.
4. Баталов А.С. Исследование побочных электромагнитных излучений видеосистемы с интерфейсом LVDS. REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2015, т. 5, № 4, с. 404–407. – EDN: WENWTZ.
5. Маласай В.А. Оценка побочных электромагнитных излучений средств вычислительной техники. Технические средства защиты информации: тезисы докладов XVIII Белорусско-российской научно-технической конференции, Минск, 9 июня 2020 г. Белорусский государственный университет

- информатики и радиоэлектроники; редкол.: Т.В. Борботько [и др.]. Минск. 2020, с. 51. URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/39544> (дата обращения: 31.03.2024).
6. Степанцов С.В., Синяев К.А. Способ защиты объектов информатизации от утечки информации по электромагнитным техническим каналам с помощью экранирующего полимерного покрытия. Информационная безопасность – актуальная проблема современности. Совершенствование образовательных технологий подготовки специалистов в области информационной безопасности. 2021, № 1(14), с. 31–33. – EDN: IOEDCE.
  7. Пулко Т.А. и др. Разработка защитных экранов электромагнитного излучения на основе огнестойких материалов для экранирующих помещений. Биомедицинская радиоэлектроника. 2012, № 11, с. 66–71. – EDN: PJZBLX.
  8. Авсентьев О.С., Вальде А.Г. Характеристика угроз утечки информации по побочным электромагнитным излучениям на объектах информатизации ОВД в соответствии с существующими методиками оценки. Охрана, безопасность, связь. 2018, № 3-1, с. 131–138. – EDN: YWORKI.
  9. Авсентьев А.О., Кругов А.Г., Перова Ю.П. Функциональные модели защиты информации от утечки за счет побочных электромагнитных излучений объектов информатизации. Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2020, т. 23, № 2, с. 17–35. DOI: 10.21293/1818-0442-2020-23-2-17-35. – EDN: LDYKHB.
  10. Петраков А.В., Мусатов А.С. Направления научной деятельности и тематика исследований кафедры «Защита информации в технологиях предприятий связи» Московского технического университета связи и информатики. Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2006, т. 2, № 4, с. 5–8. – EDN: INTPLD.
  11. Галушка С.В., Али А.М., Насонова Н.В., Позняк А.А. Исследование влияния природы и концентрации различных наполнителей гибких экранов электромагнитного излучения на их экранирующие характеристики в СВЧ диапазоне: II. Растворы хлоридов, сульфатов и комбинированные растворы солей. Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. 2012, № 8(70), с. 50–56. – EDN: YTXZSZ.
  12. Хорев А.А. Способы защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам: экранирование. Специальная техника. 2012, № 3, с. 45–62. – EDN: OZDEIZ.
  13. Авсентьев О.С., Авсентьев А.О., Кругов А.Г. Исследование динамических характеристик процессов формирования технических каналов утечки информации по побочным электромагнитным излучениям радиоэлектронных устройств объектов информатизации и обеспечения защищенности информации от утечки. Вестник Воронежского института МВД России. 2018, № 2, с. 15–29. – EDN: XRLXGP.
  14. Слободчиков А.А. Побочные электромагнитные излучения интерфейсов LVDS, DVI, HDMI. Безопасность информационного пространства: Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курган, 30 ноября – 01 декабря 2016 года. Министерство образования и науки Российской Федерации Координационный совет по подготовке (переподготовке) и повышению квалификации кадров в области защиты информации в Уральском федеральном округе федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганский государственный университет» Научный редактор – Д.И. Дик. Курган: Курганский государственный университет. 2016, с. 239–242. – EDN: YJVKOV.
  15. Кругов А.Г. Исследование динамики процесса реализации технического канала утечки информации за счет побочных электромагнитных излучений радиоэлектронных устройств объекта информатизации. Информационные системы и технологии ИСТ-2020: Сборник материалов XXVI Международной научно-технической конференции, Нижний Новгород, 24–28 апреля 2020 года. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. 2020, с. 540–547. – EDN: WPFQAZ.

#### REFERENCES:

- [1] Avsientiev, A.O., Valde A.G. The indicator of protection of information from leakage via electromagnetic channels. Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2017, no. 1, p. 111–118 (in Russian). – EDN YIOMPL.
- [2] Simakhin E.A., Gavdan G.P., Durakovskiy A.P. Studies of leakage of protected information through the channel of side electromagnetic radiation and interference in the interfaces of video subsystems of monitors. Technical means of information protection : abstracts of the XX Belarusian-Russian Scientific and Technical Conference, Minsk, June 7, 2022. Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics; editorial board: T.V. Borbotko [et al.]. Minsk. 2022, p. 94–95. URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/48407> (accessed: 31.03.2024) (in Russian).

- [3] Menshakov Yu.K. Theoretical foundations of technical intelligence. M.: Bauman Moscow State Technical University, 2007. – 536 p. ISBN 978-5-7038-3019-2 (in Russian). – EDN: ZCLEHF.
- [4] Batalov A.S. Investigation of side electromagnetic radiation of a video system with an LVDS interface. REDS: Telecommunication devices and systems. 2015, v. 5, no. 4, p. 404–407 (in Russian). – EDN: WEHWTZ.
- [5] Malasa V.A. Assessment of side electromagnetic radiation of computer equipment. Technical means of information protection: abstracts of the XVIII Belarusian-Russian Scientific and Technical Conference, Minsk, June 9, 2020. Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics; editorial board: T.V. Borbotko [et al.]. Minsk. 2020, p. 51. URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/39544> (accessed: 28.03.2024) (in Russian).
- [6] Stepanov S.V., Sinyaev K.A. A method for protecting informatization objects from information leakage through electromagnetic technical channels using a shielding polymer coating. Information security - an urgent problem of our time. Improvement of educational technologies for training specialists in the field of information security. 2021, no. 1(14), p. 31–33 (in Russian). – EDN: IOEDCE.
- [7] Pulko T.A. et al. Development of protective shields of electromagnetic radiation based on refractory materials for shielding devices. Biomedical radioelectronics. 2012, no. 11, p. 66–71 (in Russian). – EDN: PJZBLX.
- [8] Avsentiev O.S., Walde A.G. Characteristic of threats to information leakage through side electromagnetic radiation on law enforcement informatization facilities in accordance with existing assessment methods. Protection, security, communications. 2018, no. 3-1, p. 131–138 (in Russian). – EDN YWORKI.
- [9] Avsentiev A.O., Krugov A.G., Perova Yu.P. Functional models of information protection against leakage due to spurious electromagnetic emissions of informatization objects. Reports of the Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. 2020, v. 23, no. 2, p. 17–35. DOI: 10.21293/1818-0442-2020-23-2-17-35 (in Russian). – EDN LDYKHB.
- [10] Petrakov A.V., Musatov A.S. Directions of scientific activity and research topics of the department "Information protection in technologies of communication enterprises" of the Moscow Technical University of Communications and Informatics. Electrotechnical and information complexes and systems. 2006, v. 2, no. 4, p. 5–8 (in Russian). – EDN: INTPLD.
- [11] Galushka S.V., Ali A.M., Nasonova N.V., Poznyak A.A. Investigation of influence of nature and concentration of various fillers for em-shields upon their shielding effectiveness on microwave: ii. Chloride, sulfate solutions and their combinations. Reports of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics. 2012, no. 8(70), p. 50–56 (in Russian). – EDN: YTXZSZ.
- [12] Khorev A.A. Methods of informatization object protection from information leakage via technical channels. Special equipment. 2012, no. 3, p. 45–62 (in Russian). – EDN: OZDEIZ.
- [13] Avsentiev O.S., Avsentiev A.O., Krugov A.G. Research of dynamic characteristics of processes of formation of technical channels of information leakage through side electromagnetic radiations of radio-electronic devices of objects of informatization and ensuring information security from leakage. Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia 2018, no. 2, p. 15–29 (in Russian). – EDN: XRLXGP.
- [14] Slobodchikov A.A. Side electromagnetic radiation of LVDS, DVI, HDMI interfaces. Information space security: Collection of materials of the XV All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and young Scientists, Kurgan, November 30 – 01, 2016. Ministry of Education and Science of the Russian Federation Coordinating Council for Training (Retraining) and Advanced Training of personnel in the field of information protection in the Ural Federal District Federal State Budgetary Educational Institution Institution of Higher Education "Kurgan State University" Scientific editor - D.I. Dick. Kurgan: Kurgan State University. 2016, p. 239–242 (in Russian). – EDN: YJVKOV.
- [15] Krugov, A. G. Research of the dynamics of the process of implementation of the technical channel of information leakage due to side electromagnetic radiation of radio electronic devices of the object of informatization. Information systems and technologies IST-2020: Collection of materials of the XXVI International Scientific and Technical Conference, Nizhny Novgorod, April 24-28, 2020. Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev. 2020, p. 540–547 (in Russian). – EDN: WPFZQ.

*Поступила в редакцию – 31 марта 2024 г. Окончательный вариант – 31 мая 2024 г.  
Received – March 31, 2024. The final version – May 31, 2024.*