

В. Г. Грибунин, В. Е. Костюков,
А. П. Мартынов, Д. Б. Николаев, В. Н. Фомченко

СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. КРИТЕРИИ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ



ФГУП «Российский федеральный ядерный центр –
Всероссийский научно-исследовательский институт
экспериментальной физики»

**В. Г. Грибунин, В. Е. Костюков, А. П. Мартынов,
Д. Б. Николаев, В. Н. Фомченко**

СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. КРИТЕРИИ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие

Под редакцией доктора технических наук В. Г. Грибунина

Саров
2016

УДК 004.056(075.8)

ББК 32.81Я73

С79

Одобрено научно-методическим советом Саровского физико-технического института Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» и ученым советом ФГМУ «Институт информатизации образования» Российской академии образования

Рецензенты: ректор НГТУ им. Р. Е. Алексеева профессор, д-р техн. наук С. М. Дмитриев; декан радиофизического факультета ННГУ им. Н. И. Лобачевского профессор, д-р физ.-мат. наук А. В. Якимов

С79 Грибунин, В. Г., Костюков, В. Е., Мартынов, А. П., Николаев, Д. Б., Фомченко, В. Н.

Стеганографические системы. Критерии и методическое обеспечение: Учеб.-метод. пособие / Под ред. д-ра техн. наук В. Г. Грибунина. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2016. – 324 с. : ил.

ISBN 978-5-9515-0317-6

Развитие теории и практики алгоритмов сжатия изображений привело к изменению представлений о технике внедрения конфиденциальной информации. Если первоначально предлагалось вкладывать информацию в незначащие биты для уменьшения визуальной заметности, то современный подход заключается во встраивании данных в наиболее существенные области изображений, разрушение которых приведет к полной деградации самого изображения. В учебно-методическом пособии обобщены самые последние результаты исследований пропускной способности существующих каналов передачи скрываемой информации с учетом воздействия на них возмущающих факторов, даны оценки стойкости стеганографических систем с использованием теоретико-сложностного подхода.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, аспирантов, научных работников, изучающих вопросы обеспечения безопасности информации, а также для инженеров-проектировщиков средств обеспечения безопасности информации. Несомненный интерес оно вызовет также у специалистов в области теории информации и цифровой обработки сигналов.

УДК 004.056(075.8)

ББК 32.81Я73

ISBN 978-5-9515- 0317-6

© ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2016

Содержание

Введение	7
1. Скрытие данных в неподвижных изображениях	9
1.1. Человеческое зрение и алгоритмы сжатия изображений	10
1.1.1. Свойства зрения, которые нужно учитывать при построении стегаалгоритмов	10
1.1.2. Принципы сжатия изображений	12
1.2. Скрытие данных в пространственной области	18
1.3. Скрытие данных в области преобразования	25
1.3.1. Выбор преобразования для скрытия данных	25
1.3.2. Скрытие данных в коэффициентах дискретного косинусного преобразования	29
Вопросы для самопроверки к разделу 1	35
2. Обзор стегаалгоритмов встраивания информации в изображения	37
2.1. Аддитивные алгоритмы	37
2.1.1. Обзор алгоритмов на основе линейного встраивания данных	37
2.1.2. Обзор алгоритмов на основе слияния ЦВЗ и контейнера	47
2.2. Стеганографические методы на основе квантования	49
2.2.1. Принципы встраивания информации с использованием квантования. Дизеризованные квантователи	49
2.2.2. Обзор алгоритмов встраивания ЦВЗ с использованием скалярного квантования	51
2.2.3. Встраивание ЦВЗ с использованием векторного квантования	53
2.3. Стегаалгоритмы, использующие фрактальное преобразование	55
Вопросы для самопроверки к разделу 2	57
3. Скрытие данных в аудиосигналах	59
3.1. Методы кодирования с расширением спектра	59
3.2. Внедрение информации модификацией фазы аудиосигнала	65
3.3. Встраивание информации за счет изменения времени задержки эхосигнала	67
3.4. Методы маскирования ЦВЗ	71
3.5. Вопросы для самопроверки к разделу 3	74
4. Скрытие данных в видеопоследовательностях	76
4.1. Краткое описание стандарта MPEG и возможности внедрения данных	76
4.2. Методы встраивания информации на уровне коэффициентов	80
4.3. Методы встраивания информации на уровне битовой плоскости	83

4.4. Метод встраивания информации за счет энергетической разности между коэффициентами	86
Вопросы для самопроверки к разделу 4	93
5. Критерии секретности и обзор известных стегосистем с оценкой эффективности их стегоанализа	95
5.1. Критерии секретности стегосистем	95
5.2. Основные методы построения стегосистем и их стегоанализ	98
5.2.1. СГ на основе вложения информации в наименьшие значащие биты (СГ–НЗБ) отсчетов ПС	98
5.2.2. Стегосистема Outguess	99
5.2.3. Стегосистема F5	100
5.2.4. Стегоанализ СГ–НЗБ	101
5.2.5. СГ с использованием широкополосных сигналов (СГ–ШПС)	117
5.2.6. Стегоанализ СГ–ШПС	119
5.2.7. Необнаруживаемые СГ	133
5.2.8. Почти необнаруживаемые СГ	135
5.2.9. Прочие СГ	143
Вопросы для самопроверки к разделу 5	144
6. Исследование и проведение анализа наиболее распространенных и перспективных форматов мультимедийных файлов (JPEG, JPEG-2000, MPEG-2, MPEG-4, MP3) с точки зрения внедрения информации	147
6.1. Описание и анализ формата JPEG	147
6.1.1. Структура видеокодека стандарта JPEG	147
6.1.2. Анализ функций восстановления местоположения значимых коэффициентов преобразования и энтропийного декодирования	152
6.1.3. Анализ функций деквантования и обратного дискретного косинусного преобразования	155
6.2. Описание и анализ формата JPEG-2000	158
6.3. Описание и анализ формата MPEG-2	164
6.3.1. Краткое описание принципа работы видеокодека	164
6.3.2. Кодер источника	166
6.3.3. Алгоритм кодирования	168
6.3.4. Алгоритм декодирования	170
6.4. Описание и анализ формата H.264 (MPEG-4 AVC/H.264)	172
6.4.1. Обобщенная структурная схема кодека	172
6.4.2. Формирование INTRA-прогноза	175
6.4.3. Режимы формирования прогноза для яркостных блоков размером 4×4	175
6.4.4. Режимы формирования прогноза для яркостных блоков размером 16×16	176

6.4.5. Режимы формирования прогноза для цветоразностных блоков размером 8×8	177
6.4.6. Преобразование, сканирование и квантование	182
6.4.7. Деблокирующая фильтрация	188
6.4.8. Энтропийное кодирование	190
6.4.9. Анализ возможности организации скрытого канала передачи при использовании рекомендации H.264	193
6.5. Описание и анализ форматов аудиосигналов	194
6.5.1. Анализ формата аудиосигналов MP3	194
6.5.2. Анализ формата аудиосигналов WMA	198
6.5.3. Анализ возможностей организации скрытого канала передачи при использовании формата MP3	201
Вопросы для самопроверки к разделу 6	203

7. Разработка методики исследования статистических критериев оценки искажений файлов-контейнеров и оценки эффективности их использования для выявления скрытых каналов передачи информации	206
7.1. Критерии информативности системы признаков	206
7.1.1. Выбор первичных и вторичных признаков	206
7.1.2. Достаточные статистики и мера недостаточности	207
7.1.3. Дивергенция Кульбака	208
7.1.4. Связь между энтропией и вероятностью ошибки	208
7.2. Построение классификатора. Описание алгоритма SVM	209
7.2.1. Классификация систем классификации	209
7.2.2. Основные положения теории статистического обучения	211
7.2.3. Описание метода SVM	214
7.3. Метрики качества изображений	218
7.3.1. Корреляционные метрики	220
7.3.2. Метрика, учитывающая контуры изображения	222
7.3.3. Меры расстояния в спектральной области	222
7.3.4. Контекстные метрики	223
7.3.5. Метрики, построенные с учетом СЧЗ	224
7.4. Статистики JPEG-файлов, используемые при стегоанализе	226
7.5. Объективные метрики для оценки качества видеокодексов	227
7.5.1. Особенности человеческого зрения	227
7.5.2. Требования к объективным метрикам качества видео	228
7.5.3. Перспективная метрика по оценке качества видеокодексов	229
7.6. Формирование методики исследования статистических критериев оценки искажений файлов-контейнеров и оценки эффективности их использования для выявления скрытых каналов передачи информации	230
Вопросы для самопроверки к разделу 7	233

Закключение	236
Ответы на вопросы для самопроверки к разделу 1	238
Ответы на вопросы для самопроверки к разделу 2	251
Ответы на вопросы для самопроверки к разделу 3	262
Ответы на вопросы для самопроверки к разделу 4	267
Ответы на вопросы для самопроверки к разделу 5	274
Ответы на вопросы для самопроверки к разделу 6	288
Ответы на вопросы для самопроверки к разделу 7	308
Список литературы	317

35. Лобан К. Исследование и разработка стегосистем в каналах с шумом, Дипломная работа, СПбГУТ, 2009.
36. Коржик В. И., Лобан К. Новая стегосистема для каналов с шумом // Труды СПбГУТ, 2010. № 4. С. 23–32.
37. Ван дер Варден. Математическая статистика. Изд-во «Москва», 1960.
38. Dumitrescu S., Wu X., Wang Z. Detection of LSB Steganography via Sample Pair Analysis // F.A.P. Petitcolas. 2003. Vol. 2578. P. 355–372.
39. Коржик В. И., Просихин В. П. Основы криптографии. Линк, 2008.
40. Maes M. Twin Peaks: The Histogram Attack to Fixed Depth Image Watermarking // LNCS. 1998. Vol. 1525. P. 290–305.
41. Pevny T., Fridrich J. Towards Multi-Class Blind Steganalyzer for JPEG Image // LNCS. 2005. Vol. 3710. P. 39–53.
42. Грибунин В. Г., Костюков В. Е., Мартынов А. П., Николаев Д. Б., Фомченко В. Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учеб.-метод. пособие / Под ред. д-ра техн. наук В. Г. Грибунина. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2015.
43. Воронцов К. В. Лекции по методу опорных векторов. Интернет.
44. Chih-Wei Hsu и др. A Practical Guide to Support Vector Classification», www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/papers/guide/guide.pdf.
45. Chang C., Lin C. LIBSVM: a library for support vector machines, <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm>
46. Barges Ch. J. A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition.
47. Farid H., Siwei L. Detection Hidden Message Using Higher-Order Statistics and Support Vector Machines // LNCS. 2003. Vol. 2578. P. 350–354.
48. Fridrich J. и др. Quantitive Steganaysis: Estimating Secret Message Length // ACM Multimedia, System Journal, 2003. Vol. 9(3). P. 288–302.
49. Korzhik V., Lee M., Merals Luna G. Stegosystems Based on Noisy Channels, Proc. IX Spanish Meeting on Cryptology and Information Security, 2006/
50. Ryabko B., Ryabko D. Asymptotically Optimal Perfect Steganographic System // Problems of Information Transmission. 2009. Vol. 45, No. 2. P. 181–190.
51. http://www.philsallee.com/mbsteg/mbsteg_1.2.zip
52. Korzhik V., Morales Luna G., Moon Ho Lee. On the Existence of Perfect Stegosystems // LNCS. 2005. Vol. 3710. P. 31–38.
53. Szczypiorski K. Hiccups: Hidden Communication systems for corrupted networks in the Proc. The Tenth International Multi-Conference on Advanced Computer Systems. 2003. P. 31–40.
54. Банк цветных изображений: <http://www.flamber.ru>.
55. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В. И. Журавлева. М.: Радио и связь. 2000.
56. Liang Hong, K. C. Ho, Identification of digital modulation type using wavelet transform. Department of Electrcal Engineering, University of Missouri-Columbia.
57. Воробьев С. В., Овчинников А. М. Стандарты TETRA и APCO 25: оценка зон обслуживания. <http://www.radioscanner.ru/info/article131/>.

58. Овчинников А. М. Стандарт Tetrapol. <http://www.radioscanner.ru/info/article129/>.
59. Мерзликин С. Сверхбыстродействующие АЦП: особенности архитектуры. Электроника: наука, технология, бизнес. 2008, № 1. С. 30–33.
60. Шилиев С., Фомин О. Особенности применения высокочастотных АЦП. Электроника: наука, технология, бизнес. 2008, № 1. С. 84–87.
61. Тихонов Э. П. Модифицированные алгоритмы и классификация аналого-цифровых преобразователей. Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009, № 1. Т. 38. С. 2–9.
62. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. СПб. Питер: 2002.
63. Оппенгейм А. В., Шаффен Р. В. Цифровая обработка сигналов. М.: Связь, 1979.
64. Пономарев Л. И. и др. Оптимизация спектральной эффективности двухканальной ММО-системы сотовой связи. Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009, №10. Т. 7. С. 5–9.
65. Стандарт TETRA – основные характеристики систем. Ст. компании «Информационная индустрия». <http://www.radioscanner.ru/info/article124/>
66. Варакин Л. Е. Теория сложных сигналов. М.: Советское радио, 1970.
67. Яковлев А. Н. Основы вейвлет-преобразования сигналов: Учебное пособие. М: САЙНС–ПРЕСС, 2003.
68. [ТуГо] Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов.
69. [Фу] Фу К. Структурные методы в распознавании образов.
70. [Те06] Терехов С. А. Технологические аспекты обучения нейросетевых машин // Лекция для Всероссийской научно–технической конференции «Нейроинформатика–2006» http://alife.narod.ru/lectures/tech2006/Tech2006_Lecture.pdf.
71. [Ха06] Хайкин С. Нейронные сети. М.: Вильямс, 2006.
72. Charge-coupled device (ccd) image sensors, Eastman Kodak Company, 2001.
73. Милчев М. Цифровые фотоаппараты. 2–е издание. СПб.: Питер, 2004.
74. Яштолд–Говорко В. А. Фотосъемка и обработка. Съемка, формулы, термины, рецепты. Изд. 4-е, сокр. М.: Искусство, 1977.
75. Basic Wavefront Aberration Theory for Optical Metrology, James C. Wyant.
76. Solid state image sensors terminology, Eastman Kodak Company, 1994.
77. Conversion of light (photons) to electronic charge, Eastman Kodak Company, 2001.
78. CCD Image sensors noise sources, Eastman Kodak Company, 2005.
79. Image Sensors and Signal Processing for Digital Still Cameras, Junichi Nakamura, 2006.
80. Technology. CleanCapture™ SiP–1280 Digital Image Processor, 2004.
81. NuCORE Technology. CleanCapture™ DSC PEK, CleanCapture™ DVC PEK, CleanCapture™ SDK. Product Overview. 2004.
82. Texas Instruments. DSP Selection Guide. 4Q 2004.
83. Texas Instruments. Video and Imaging Solutions Guide. 2Q 2006.
84. CCITT. Recommendation T.81. Digital Compression and Coding of Continu-

ous-tone Still images. Requirements and guidelines. 1992.

85. Gregory K. Wallace. The JPEG Still Picture Compression Standard. 1991.

86. Sanchez M., Lopez J., Plata O., Zapata E. L. An Efficient Architecture for the in Place Fast Cosine Transform.

87. Crouse M., Ramchandran K. Joint thresholding and quantizer selection for transform image coding entropy-constrained analysis and applications to baseline JPEG.

88. Dongchang Yu, Michael W. Marcellin. Entropy-Constrained Quantization and Run-Lenght Coding.

89. Viresh Ratnakar, Miron Livny. Extending RD-OPT with Global Tresholding for JPEG Optimization.

90. Степаненко О. С. Сканеры и сканирование. Краткое руководство. М.: Диалектика, 2005 г.

91. Малинин В. В., Цеиногова З. М. Основы ПЗС для высококачественного формирования изображений. СГГА, 2003.

92. [LoHu06] Longand Y., Huang Y. Image Based Source Camera Identification Using Demosaicing// Proc. of IEEE MMSP, 2006.

93. [KhSeMe04] Kharrazi M., Sencar H. T., and Memon N. Blind Source Camera Identification // Proc. of IEEE ICIP, 2004.

94. [BaSeMe05] Bayram S., Sencar H. T. and Memon N. Source Camera Identification Based on CFA Interpolation // Proc. of IEEE ICIP, 2005.

95. [BaSeMe06] Bayram S., Sencar H. T. and Memon N. Improvements on Source Camera-Model Identification Based on CFA Interpolation // Proc. of WG 11.9 Int. Conf. on Digital Forensics, 2006.

96. [SwWuLi06] Swaminathan A., WuandK M., Ray Liu J. Non-Intrusive Forensics Analysis of Visual Sensors Using Output Images // Proc. of IEEE ICIP, 2006.

97. [ChLaWo06] Choi K. S., Lam E. Y. and Wong K. K. Y. Source Camera Identification Using Footprints from Lens Aberration, Proc. of SPIE, 2006.

98. Geradts Z. J., Bijhold J., Kieft M., Kurusawa K., Kuroki K. and Saitoh N. Methods for Identification of Images Acquired with Digital Cameras // Proc. of SPIE. 2001. Vol. 4232.

99. [KuKuSa99] Kurosawa K., Kuroki K., and Saitoh N. CCD Fingerprint Method-Identification of a Video Camera from Videotaped Images // Proc of ICIP' Kobe, Japan. 1999. P. 537-540.

100. [Ho98] Holst G. C.: CCD Arrays, Cameras, and Displays, 2nd edition, JCD Publishing & SPIE Pres, USA, 1998.

101. [LuFrGo06] Lukas J., Fridrich J. and Goljan M. Digital Camera Identification from Sensor Pattern Noise // IEEE Trans. Inf. Forensics and Security. 2006. Vol. 1, No. 2. P. 205-214.

102. [SuBaSeMe07] Sutcu Y., Bayram S., Sencar H. T. and Memon N. Improvements on Sensor Noise Based Source Camera Identification // Proc. of IEEE ICME, 2007.

103. Khanna N., Mikkilineni A. K., Chiu G. T.-C., Allebach J. P. and Delp E. J. Forensic Classification of Imaging Sensor Types// Proc. of SPIE, 2007.

104. [GoSwWu07] Gou H., Swaminathan A. and Wu M. Robust Scanner Identification Based on Noise Features // Proc. of SPIE, 2007.
105. [DiSeMe07] Dirik E., Sencar H. T. and Memon N. Source Camera Identification Based on Sensor Dust Characteristics// Proc. of IEEE SAFE, 2007.
106. Khanna N., Mikkilineni A. K., Chiu G. T. –C., Allebach J. P. and Delp E. J. Scanner Identification Using Sensor Pattern Noise// Proc. of SPIE, 2007.
107. Tsai M.–J. and Wu G.–H. Using Image Features to Identify Camera Sources // Proc. of IEEE ICASSP, 2006.
108. Lyu S. and Farid H. Steganalysis Using Higher–Order Image Statistics // IEEE Trans. Image Forensics and Security. 2006. Vol. 1, No. 1. P. 111–119.
109. Avcibas I., Sankur B. and Memon N. Steganalysis of Watermarking and Steganography Techniques Using Image Quality Metrics // IEEE Trans. Image Processing. 2003. Vol. 12, No. 2. P. 221–229.
110. Popescu A. Statistical Tools for Digital Image Forensics, Ph.D. Dissertation, Department of Computer Science, Dartmouth College, 2005.
111. [Ja02] Janesick J. R. Dueling Detectors, OE Magazine. 2002. Vol. 2(2). February.
112. Teddy Bear. Горячие пиксели. Интернет–публикация. <http://photoclub.by/articles.php>.
113. [ChFrGo] Chen M., Fridrich J., Goljan M. Digital Imaging Sensor Identification (Further Study).
114. Celiktutan O., Avcibas I., Sankurand B., Memon N. Source Cell–Phone Identification // Proc. of ADCOM, 2005.
115. Miyahara M., Kotani K. and Algazi V. R. Objective Picture Quality Scale (PQS) for Image Coding // IEEE Transactions On Communications/ 1998. Vol. 46, No. 9. P. 1213–1226.
116. DiGesù V. and Starvoitov V. V. Distance-based Functions for Image Comparison // Pattern Recognition Letters. 1999. Vol. 20, No. 2. P. 207–213.
117. Rohaly A. M., Corriveau P., Libert J., Webster A., Baroncini V., Beerends J., Blin J. L., Contin L., Hamada T., Harrison D., Hekstra A., Lubin J., Nishida Y., Nishihara R., Pearson J., Pessoa A. F., Pickford N., Schertz A., Visca M., Watson A. B. and Winkler S. Video Quality Experts Group: Current results and future directions Proceedings SPIE Visual Communications and Image Processing, Vol. 4067, Perth, Australia, June 21–23, 2000.
118. Starvoitov V. V., Kose C. and Sankur B. Generalized Distance Based Matching of Nonbinary Images // IEEE International Conference on Image Processing, Chicago, 1998.
119. Juffs P., Beggs E. and Deravi F. A Multiresolution Distance Measure for Images // IEEE Signal Processing Letters. 1998. Vol. 5, No. 6. P. 138–140.
120. Eskicioglu A. M. and Fisher P. S. Image Quality Measures and Their Performance // IEEE Transactions on Communications. 1995. Vol. 43(12). P. 2959–2965.
121. Andreutos D., Plataniotis K. N. and Venetsanopoulos A. N. Distance Measures for Color Image Retrieval // IEEE International Conference On Image Processing,

Chicago, 1998.

122. Pratt W. K. Digital Image Processing, New York, Wiley, 1978.
123. Nill N. B. and Bouzas B. H. Objective Image Quality Measure Derived From Digital Image Power Spectra // Optical Engineering. 1992. Vol. 31, No. 4. P. 813–825.
124. Duda R. O. and Hart P. E. Pattern Recognition and Scene Analysis, New-York, Wiley, 1973.
125. Popat K. and Picard R. Cluster Based Probability Model and It's Application to Image and Texture Processing // IEEE Transactions on Image Processing. 1997. Vol. 6, No. 2. P.268–284.
126. Nill N. B. A Visual Model Weighted Cosine Transform for Image Compression and Quality Assessment // IEEE Transactions on Communications. 1985. Vol. 33, No. 6. P. 551–557.
127. Воробьев В. И., Грибунин В. Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. СПб.: ВАС, 1999.
128. Ван Трис. Теория обнаружения, оценок и модуляции. М.: Мир, 1964 г. В 2-х томах.
129. Donoho D. L., Johnstone I. M. Neo-classical minimax problems, thresholding, and adaptation // Bernoulli, 1996, #1. P. 39–62.
130. Donoho D. L. De-noising by soft-thresholding // IEEE Trans. on Inform. Theory, 1995, #3. P. 613–627.
131. Donoho D., Jonstone I. Ideal Denoising in an Orthonormal Basis Chosen from a Library of Bases, 1994. <http://www-stat.stanford.edu/~donoho/reports.html>.
132. Fridrich J. Multi-class Blind Steganalysis for JPEG Images // Proc. SPIE Electronic Imaging, Photonics West, January 2006.
133. DeepScan. Убираем шумы. Интернет–публикация. <http://www.fcenter.ru/online.shtml?articles/hardware/digitalphoto/3796>.
134. http://www.dfoto.ru/html/html/services/digital_ice.shtml.
135. Воробьев С. В., Овчинников А. М. Стандарты TETRA и APCO 25: оценка зон обслуживания. <http://www.radioscanner.ru/info/article131/>.
136. Овчинников А. М. Стандарт Tetrapol. <http://www.radioscanner.ru/info/article129/>.
137. NuCORE Technology. CleanCapture™SiP–1280 Digital Image Processor. 2004.

Грибунин Вадим Геннадьевич, **Костюков** Валентин Ефимович,
Мартынов Александр Петрович, **Николаев** Дмитрий Борисович,
Фомченко Виктор Николаевич

***Стеганографические системы.
Критерии и методическое обеспечение***

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н. П. Мишкина*
Компьютерная подготовка оригинала-макета
Н. В. Мишкина
Дизайн обложки *Е. Л. Соседко*

Подписано в печать 26.05.2016. Формат 70×100/16
Усл. печ. л. 26 Уч.-изд. л. ~25 Тираж 300 экз. Зак. тип. 18-2016

Отпечатано в ИПК ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
607188, г. Саров Нижегородской обл., ул. Силкина, 23



Грибунин Вадим Геннадьевич

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук, действительный
член Академии информатизации
образования



Костюков Валентин Ефимович

Директор РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор технических
наук, профессор, член НТС Военно-промышленной
комиссии при Правительстве РФ,
член НТС Госкорпорации «Росатом»



Мартынов Александр Петрович

Начальник научно-исследовательского
отдела, доктор технических наук,
профессор, действительный член Академии
информатизации образования



Николаев Дмитрий Борисович

Ведущий научный сотрудник, кандидат
технических наук, доцент, член-корреспондент
Академии информатизации образования



Фомченко Виктор Николаевич

Главный конструктор РФЯЦ-ВНИИЭФ,
заслуженный конструктор РФ, доктор
технических наук, профессор, действительный
член Академии информатизации образования

ISBN 978-5-9515-0317-6



9 785951 503176