

tekhnologiyakh MMTT-31 : sbornik trudov XXX Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Mathematical methods in engineering and technologies : Proceedings of the XXX International Scientific Conference], 2018, vol. 5, pp. 48–56.

4. Tolstykh S. S. Matrichnyy kriteriy strukturnoy slozhnosti zamknytykh sistem [Matrix criterion for the structural complexity of closed systems]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Tambov State Technical University], 1998, vol. 4, no. 2–3, pp. 238–244.

5. Bates Douglas M., Watts Donald G. *Nonlinear regression analysis and its applications*. New York, John Wiley & Sons, 1988. – 365 p.

6. Drapper N. R., Smith H. *Applied regression analysis*. New York, John Wiley & Sons, 1981, vol. 1. 366 p.

7. Drapper N. R., Smith H. *Applied regression analysis*. New York, John Wiley & Sons, 1981, vol. 2. 351 p.

8. Eberhart R. C., Kennedy J. A. New optimizer, using particle swarm theory. *Proceedings of the 6th International Symposium on Micromachine and Human Science*. Japan, Nagoya, 1995, pp. 39–43.

9. John O. Rawlings, Sastry G. Pantula, David A. Dickey. *Applied Regression Analysis: A Research Tool*. 2nd ed. 1998.

10. Kennedy J., Eberhart R. Particle Swarm Optimization. *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks*. New Jersey, Piscataway, 1995, pp. 1942–1948.

11. Neydorf R., Chernogorov I. and Vucinic D. Search Opportunities of Swarming Particles Methods in Irregular Multi-Extreme Environments. *Proceedings of the XI International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences ADVCOMP2017*. Spain, Barcelona, 2017, pp. 7–12.

12. Neydorf R. Bivariate “Cut-Glue” Approximation of Strongly Nonlinear Mathematical Models Based on Experimental Data. *SAE Int. J. Aerosp.*, 2015, no. 8 (1), pp. 47–54.

13. Neydorf R., Chernogorov I., Polyakh V., Yarakhmedov O., Goncharova J., Neydorf A. Formal Characterization and Optimization of Algorithm for the Modelling of Strongly Nonlinear Dependencies Using the Method “Cut-Glue” Approximation of Experimental. *SAE Technical Paper 2016-01-2033*, 2016, pp. 1–12.

14. Neydorf R., Chernogorov I., Polyakh V., Yarakhmedov O. et al. Formal Characterization and Optimization of Algorithm for the Modelling of Strongly Nonlinear Dependencies Using the Method “Cut-Glue” Approximation of Experimental Data. *SAE Technical Paper 2016-01-2033*, 2016, doi: 10.4271/2016-01-2033.

15. Neydorf R., Polyakh V., Chernogorov I., Yarakhmedov O., Vucinic D. “Cut-gluе” approximation improvements with evolutionary-genetic algorithm for strongly nonlinear parametric dependencies of mathematical models. *Performance of Materials. Design and Experimental Approaches*. Springer, 2018, pp. 245–257. Available at: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-59590-0/page/2>.

16. Neydorf R., Chernogorov I., Polyakh V., Yarakhmedov O., Goncharova Y., Vucinic D. Comparative Analysis of Heuristic Algorithms for Solving Multiextremal Problems. *International Journal on Advances in Systems and Measurements*, 2017, vol. 10, no. 1–2, pp. 86–99.

17. Neydorf R., Chernogorov I. and Vucinic D. Search Opportunities of Swarming Particles Methods in Irregular Multi-Extreme Environments. *Proceedings of the XI International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences ADVCOMP2017*, Spain, Barcelona, 2017, pp. 7–12.

18. Shi Y., Eberhart R. C. A modified particle swarm optimizer. *Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation*. New Jersey, Piscataway, 1998, pp. 69–73.

УДК 004.8+004.046+004.67

ОДНОМЕРНЫЕ (ЛИНЕЙНЫЕ) ГРАФИЧЕСКИЕ КОДЫ: АНАЛИЗ СПОСОБОВ ГЕНЕРАЦИИ, ТРАДИЦИОННЫХ И НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ, ВОПРОСОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Статья поступила в редакцию 20.11.2018, в окончательном варианте – 27.12.2018.

Абрамович Василий Владимирович, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,

инженер отдела эксплуатации вычислительной техники, e-mail: abramovich@email.su

Брумштейн Юрий Моисеевич, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,

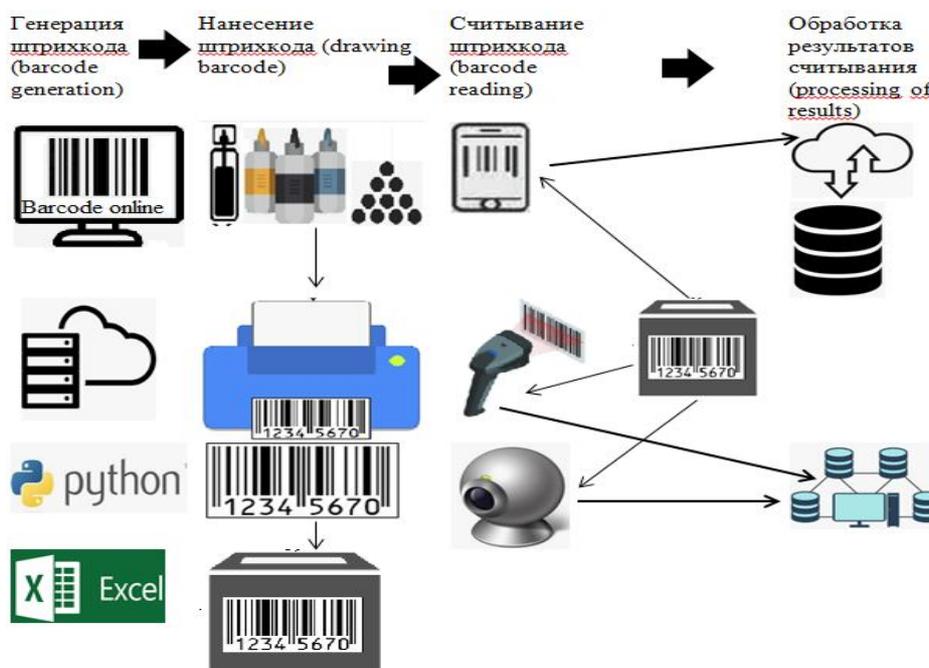
кандидат технических наук, доцент, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-0016-7295>, e-mail: brum2003@mail.ru

Сравнены методы представления информации о различных объектах способами, допускающими ее считывание и распознавание с использованием технических средств. Показаны возможности, достоинства и недостатки применения бихроматических линейных штрих-кодов по сравнению с представлением той же информации в виде совокупности цифр (или цифр и букв). Обсужден ряд вопросов информационной безопасности использования линейных штрихкодов при маркировке объектов, в том числе скрытой маркировки. Рассмотрены возможные технологии генерации линейных штрих-кодов для применения в различных целях, управления параметрами такой генерации, обеспечения информационной безопасности при генерации линейных штрих-кодов. Кратко описаны технические средства и программно-алгоритмические решения для нанесения линейных штрих-кодов на объекты, считывания линейных штрих-кодов различными методами, обработки считанной информации, обеспечения информационной безопасности в этих процессах. Проанализированы возможные цели, преимущества и недостатки использования некоторых нетрадиционных вариантов, включая линейных штрих-кодов, светящихся в ультрафио-

летовом свете. Кратко описаны возможности генерации, нанесения на объекты, считывания полихроматических линейных штрих-кодов. Указаны основные традиционные направления применения линейных штрих-кодов и направления их развития. Подробно проанализированы нетрадиционные возможности использования линейных штрих-кодов, в том числе для «свертки» информации об изображениях; для тестирования зрительной памяти испытуемых лиц с использованием бихроматических и полихроматических линейных штрих-кодов.

Ключевые слова: графическое кодирование информации, идентификация объектов, бихроматические линейные штрих-коды, информационная емкость, информационная безопасность, генерация, нанесение, считывание, скрытые штрих-коды, штрих-коды с ультрафиолетовой подсветкой, магнитные карточки, полихроматические штрих-коды, тестирование зрительной памяти

Графическая аннотация (Graphical annotation)



ONE-DIMENSIONAL (LINEAR) GRAPHIC CODES: ANALYSIS OF WAYS OF GENERATION, TRADITIONAL AND NEW DIRECTIONS OF APPLICATION, QUESTIONS OF INFORMATION SECURITY OF USE

The article was received by editorial board on 20.11.2018, in the final version – 27.12.2018.

Abramovich Vasily V., Astrakhan State University, Astrakhan, 20a Tatishchev St., 414056, Russian Federation,

Engineer of Computer Technique Exploitation Department, e-mail: abramovich@email.su

Brumshteyn Yury M., Astrakhan State University, Astrakhan, 20a Tatishchev St., 414056, Russian Federation,

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-0016-7295>, e-mail: brum2003@mail.ru

Information representation methods about different objects are compared by the ways, allowing its reading and recognition with technical means usage. Opportunities, merits and demerits of bichromatic linear barcodes application in comparison with same information submission in the form of digits set are shown (or in the form of digits and letters). Authors are discussed some questions of the information security of bichromatic linear barcodes usage when marking objects, including the hidden marking. Also in this article are considered possible technologies of bichromatic linear barcodes generation for application in the different purposes, managements of parameters for such generation, providing information security during bichromatic linear barcodes generation. Technical means, programs and algorithmic for drawing bichromatic linear barcodes on objects, reading of bichromatic linear barcodes by different methods, processing of information, providing information security in these processes are briefly described. Authors are analyzed the possible purposes, advantages and shortcomings of some nonconventional options of bichromatic linear barcodes usage, including bichromatic linear barcodes shining in ultra-violet light. For polychromatic bichromatic linear barcodes are briefly described possibilities of their generation, drawing on objects, reading bichromatic linear barcodes from them. The main traditional directions of application of bichromatic linear barcodes and the direction of their development are specified. Authors are analyzed in detail nonconventional opportunities of bichromatic linear barcodes usage, including for "convolution" of information about images; for testing of persons visual memory with use of bichromatic and polychromatic linear barcodes.

Key words: graphic data coding, identification of objects, bichromatic linear barcodes, data capacity, information security, generation, drawing, reading, the hidden barcodes, barcodes with ultra-violet illumination; magnetic cards, polychromatic barcodes, testing of visual memory

Введение. Начиная с середины 70-х гг. XX в. графические коды (ГК) начали широко использоваться для представления информации о различных объектах (первоначально – в сфере торговли), обеспечения возможностей ее автоматизированного считывания и обработки компьютеризованными системами [27, 33, 34, 41]. Объективными причинами расширения использования таких технологий были (и есть!) следующие: рост объема товарооборота, номенклатуры и количества продаваемых изделий, прежде всего в розничной торговле; развитие международных торговых связей и, как следствие, расширение номенклатуры изделий, произведенных в различных странах; необходимость автоматизации и компьютеризации товарно-складского учета; объективные потребности в снижении трудоемкости расчета с покупателями при большой номенклатуре продаваемых изделий, снижении времени расчетно-кассового обслуживания.

Техническими предпосылками все более широкого использования ГК является совершенствование возможностей информационно-телекоммуникационных технологий (ИТКТ) в отношении генерации ГК, их нанесения на объекты, считывания, обработки. Типичными вариантами ГК являются линейные штрих-коды (ШК), которые обычно трактуются как «одномерные». В то же время все более широко используются и двумерные ШК (ДШК) – чаще всего в виде QR-кодов.

Линейные ШК (ЛШК) проще генерировать и считывать по сравнению с ДШК. Поэтому ЛШК обычно применяются для идентификации объектов в тех случаях, когда не требуется особенно высокой «информационной емкости» кодов. Существует достаточно много работ, посвященных различным стандартам на ЛШК [29, 33, 34, 35, 36, 40, 42]; формированию ЛШК различных типов [6, 12, 13, 37, 41]; нанесению ЛШК на объекты, подлежащие идентификации [20]; считыванию и распознаванию ЛШК [10, 11, 14, 15, 16]; дальнейшей обработке полученной информации [16, 17, 23, 24]. Однако некоторые вопросы, связанные с тематикой ЛШК, остаются исследованными недостаточно полно. Поэтому целью данной статьи была попытка всестороннего рассмотрения таких малоисследованных вопросов, в том числе относящихся к некоторым перспективным возможностям использования ЛШК, а также вопросам информационной безопасности (ИБ) использования ЛШК. В данной статье рассматриваются только вопросы, связанные с ЛШК. То, что касается ДШК, предполагается рассмотреть в последующей статье.

Общая характеристика проблематики работы. Основным направлением использования ГК является, как уже было сказано, поддержка процессов идентификации объектов, на которые они наносятся. При этом один ГК может идентифицировать один единственный уникальный объект или группу (совокупность) однотипных объектов (например, однотипных «единиц товара», продаваемых в торговом предприятии). Непосредственное визуальное восприятие ГК человеком (в том числе для целей идентификации, учета, принятия решений и пр.), как правило, не предполагается. Считывание ЛШК обычно осуществляется с помощью сканеров тех или иных типов, а полученная при этом информация может сразу вводиться в информационные системы. Альтернативными вариантами может быть использование видеокамер (в том числе для потока движущихся объектов), Android-устройств [10]. В последнем случае при передаче информации в Интернет для распознавания ЛШК и сопоставления им некоторых «единиц информации» потенциально возможны некоторые ее утечки – в отношении того, что распознается с помощью ЛШК; того, кто и когда проводит распознавание ЛШК. Возможны и варианты с «отложенной» обработкой (распознаванием), когда ЛШК считываются портативным сканером, запоминаются в его памяти, а обрабатываются уже после подсоединения его к ЭВМ (альтернативой является применение ручного сканера в сочетании с портативной ЭВМ).

Нанесение (например на этикетки) цифровых или буквенно-цифровых «расшифровок» для ЛШК используется в целом ряде случаев, однако их «машинное чтение» не предполагается. Это связано с большей алгоритмической сложностью распознавания цифровых кодов по сравнению с ЛШК [14] – особенно при малых размерах и плохом контрасте изображений; наличии на них некоторых повреждений; при размытых контурах символов и пр.

В типичных случаях ЛШК представляют собой совокупности черных полосок, разделенных белыми полосками. При этом в разных видах ЛШК толщины черных полосок могут иметь от одной до четырех градаций.

Возможные варианты нанесения ЛШК: непосредственно на изделие (относительно редко!); на упаковку изделия; на наклейку, которая затем помещается на изделие или на его упаковку. Двухцветные (не черно-белые) ЛШК используются редко – главным образом, когда это позволяет улучшить восприятие внешнего вида изделий за счет «цветных» полосок.

Считанные ЛШК сравниваются с наборами объектов, имеющихся в базах данных (БД) информационных систем (ИС). При выявлении совпадений ЛШК с тем, что хранится в БД, объект считается идентифицированным. В противном случае – не идентифицированным.

В процессе считывания возможны ошибки как первого, так и второго родов. Ошибка первого рода соответствует тому, что код, имеющийся в базе данных ИС, не был идентифицирован, как правило, из-за ошибок считывания ЛШК. При этом в типичных случаях продавцы в магазинах повторяют попытки считывания ЛШК, а если это не помогает, то вручную вводят информацию, соответствующую ЛШК, в ИС (чаще всего на основе цифровых расшифровок ЛШК). В частности, ошибки считывания возможны, если наклейка с ЛШК была нанесена на объект неровно (с замятием) и часть кода оказывается невидимой.

Ошибки второго рода связаны с неверной идентификацией ЛШК и, как следствие, распознаванием одного объекта в качестве другого объекта. Частичную защиту от ошибочного распознавания обеспечивает использование в ЛШК контрольных цифр (см. ниже).

По сравнению с ЛШК и ДШК альтернативными вариантами представления информации, ориентированными на использование технических систем для ее считывания, являются следующие.

А. Использование магнитных полосок, на которые наносится информация. При этом обычно используется двоичный код, который может быть сопоставлен ЛШК («0» соответствует белым участкам ЛШК, «1» – черным полоскам). Как пример укажем использование «нечипованных» магнитных карточек – например, для обеспечения доступа постояльцев в конкретные номера отелей в определенные периоды времени. Хотя такие карточки и могут «перепрограммироваться» для многократного использования, но делается это редко.

Б. Применение радиочастотных меток (RFID-меток) [21, 30] – они также могут перепрограммироваться.

В целом можно считать, что проблематика, связанная с ЛШК, имеет такие основные направления:

- использование программных средств при создании (формировании) ЛШК для различных целей;
- нанесение ЛШК на различные виды носителей, в том числе предназначенные для размещения непосредственно на идентифицируемых объектах, на их упаковке, вблизи идентифицируемых объектов;
- расширение информационной емкости ЛШК при сохранении высокой надежности (безошибочности) считывания;
- совершенствование технологий считывания информации с ЛШК;
- оценка перспективных направлений применения ЛШК в традиционных областях, а также обоснование возможностей использования ЛШК в новых сферах деятельности;
- исследование вопросов ИБ создания и использования ЛШК.

Далее приведенные направления рассматриваются более подробно. При этом основной акцент делается на малоисследованных вопросах.

Характеристика основных видов линейных штрих-кодов, предназначенных для считывания в видимом диапазоне длин волн. Для формирования ЛШК имеется ряд «языков», называемых символиками. Они используют различные комбинации (сочетания) ширины штрихов и пробелов для кодирования символов данных (включая цифры и буквы). Наиболее распространены следующие стандарты.

1. EAN-13 – полный код, содержащий 13 цифр [12, 33]. При этом коды, начинающиеся с цифры «2», не входят в систему EAN, а предназначены для внутреннего использования отдельными предприятиями (организациями). Последней цифрой в EAN-13 является контрольная – она получается по определенным правилам расчета на основе совокупности других цифр в EAN-13. Алгоритмы расчета контрольной цифры в EAN-13 известны – они представлены на сайте <http://ozpp.ru/consumer/useful/article8.html/> и в ряде опубликованных статей. Поэтому описывать эти алгоритмы в данной статье нет необходимости. Контрольная цифра обеспечивает некоторые возможности защиты кодов EAN от ошибок считывания, несанкционированного использования в «подделках» продукции. Однако для «подделок» контрольная цифра может быть специально рассчитана или ЛШК может быть просто «скопирован» с единицы поддельваемой продукции.

Небольшое количество вариантов контрольной цифры (всего 10) потенциально делает «надежность» ее использования достаточно ограниченной, в частности из-за высокой вероятности случайных совпадений (априорно – 10 %, но на практике в силу применяемых алгоритмов расчета эта величина обычно меньше).

Малый объем «избыточной» информации в EAN-13 не позволяет использовать ее для «восстановления» неверно считанных данных (например, из-за повреждений ЛШК).

2. EAN-8 – сокращенный (по отношению к EAN-13) код, содержащий 8 цифр [34].

3. EAN-128 [42] – расширенный код, содержащий необходимое для пользователя количество цифр и букв, объединенных в регламентируемые группы (применяется «алфавит» Code-128). Этот ЛШК предназначен для передачи информации не потребителям, а другим промышленным предприятиям – например, при закупках ими комплектующих изделий, предназначенных для выпуска конечной продаваемой продукции.

4. UPC (Universal Product Code) [42] и его варианты: UPC-A, UPC-B, UPC-C, UPC-D. Для кодирования применяется 11 цифр, а 12-я цифра – контрольная (по аналогии с EAN-13). Рассматриваемый код состоит из 2-х групп цифр, по 6 цифр в левой и правой группах. Эти группы окаймляются ограждающими (защитными) штрих-шаблонами (Guard Patterns) единичной ширины. Эти защитные штрих-шаблоны (ЗШШ) предназначены для «синхронизации» работы сканера ЛШК. Основная цель использования ЗШШ – обеспечение возможности считывания ЛШК с закруглённых поверхностей. При этом сканер использует ширину единичного штриха в начале, середине и конце ЛШК. Левые и правые ЗШШ состоят из 3-х штрихов единичной ширины – двух тёмных и одного светлого между ними. Средний ЗШШ состоит из 5-ти штрихов – трёх светлых и двух тёмных. Подчеркнем, что ЗШШ не увеличивают информационную емкость ЛШК, а служат только для обеспечения безошибочности его считывания.

Каждая цифра в левой и правой группах кодируется с помощью 4-х штрихов: 2-х светлых и 2-х тёмных. При этом относительная ширина штриха может составлять 1, 2, 3 или 4 единицы. Общая ширина штрихов для одной цифры всегда 7 единиц. Общая ширина всего ЛШК всегда равна 95 единицам. В любом ЛШК стандарта UPC имеется 29 светлых и 30 тёмных штрихов [17].

5. Совместно с основными ЛШК могут применяться дополнительные (вспомогательные) коды, в том числе 2- и 5-разрядные. Обычно дополнительные коды используются в сочетании с EAN-13.

В типичных случаях общее количество кодируемых цифр с помощью ЛШК с применением вспомогательных кодов может составлять до 20 (например, в издательском деле). При этом под полосками ЛШК (для основных частей кодов) или над ними (для вспомогательных кодов) могут воспроизводиться соответствующие им цифры, не предназначенные для «машинного» считывания. Нормативными документами величина и начертание таких цифр обычно не унифицируется.

С целью обеспечения ИБ при достаточных размерах объектов, которые должны быть идентифицированы, потенциально может наноситься несколько разных ЛШК. При этом информация о том, какой именно ЛШК необходимо считывать и/или о правильной последовательности считывания ЛШК, может являться «закрытой» и использоваться как «средство защиты» от несанкционированного использования объектов. Это особенно касается случая, когда для разных типов объектов используются разные места размещения «правильных» ЛШК.

Сравнение ЛШК различных типов наглядно представлено на рисунке 1.

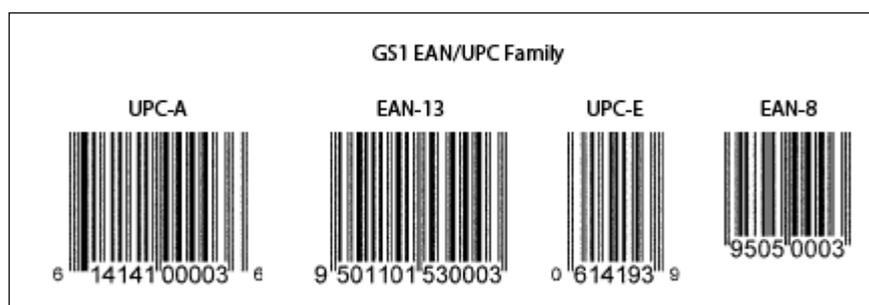


Рисунок 1 – Сравнение внешнего вида ЛШК стандартов EAN/UPC [6]

6. Code 39 – используется 43 символа.

7. Codabar – длина 16 символов.

8. Для автоматизации складского учета товаров, размещенных в индивидуальной или групповой упаковке, используется ЛШК ITF-14 (от Interleaved Two of Five). Этот вид ЛШК обычно рассматривается как «надмножество» по отношению к EAN-13. В нем добавлена первая дополнительная цифра, кодирующая вид транспортной упаковки. Последняя цифра в ITF-14 – контрольная (определяется по 12 предшествующим цифрам). Код ITF-14 может наноситься непосредственно на упаковку (через трафарет) или на наклейку, размещаемую на упаковке. Для крупногабаритных объектов ITF-14 обычно наносится на три их стороны. При этом «дублирование» информации может служить средством не только облегчения считывания ЛШК без «переворачивания» объекта, но и обеспечения некоторой информационной «избыточности». Это может быть важно, в частности, в случае возможностей повреждений упаковки на участках, содержащих ЛШК.

Пример внешнего вида ITF показан на рисунке 2. Специально отметим рамку, которая выделяет область расположения ЛШК.

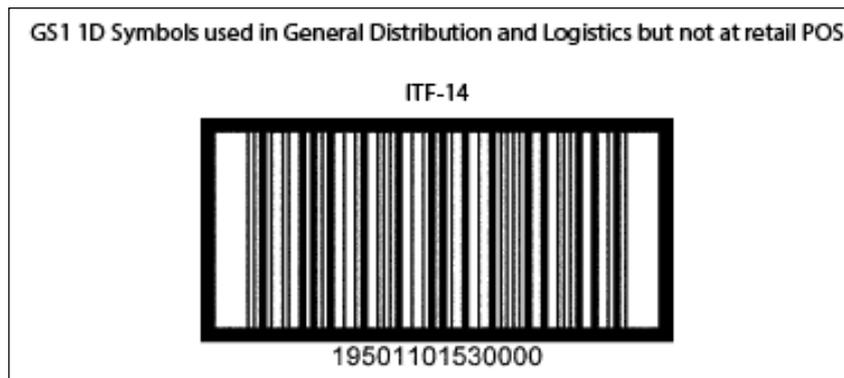


Рисунок 2 – Штрих-код стандарта ITF-14 [36]

9. Серийный код транспортной упаковки (SSCC) может использоваться для идентификации совокупности «единиц» объектов, упакованных вместе. Пример внешнего вида SSCC представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Штрих-код стандарта SSCC (по <http://www.gs1ru.org/sscc/>)

10. GS1-128 – это подмножество Code 128 (рис. 4). Кодировается набор символов ASCII (до 103 символов). Обычно код GS1-128 печатается на этикетках и может содержать достаточно много символов. Это потенциально обеспечивает возможность полноценной защиты от ошибок считывания с использованием инструментов типа CRC (циклическая контрольная сумма), который применяется для проверки «не поврежденного» характера фрагментов файлов, переданных по сетям связи. Вопросы использования избыточного кодирования в GS1-128 с целью «автоматизированного исправления» ошибок считывания в существующей литературе не обсуждаются. Судя по всему считается, что ошибки считывания должны устраняться за счет совершенствования технических средств считывания ЛШК, повышения надежности их работы.

Значительные размеры ЛШК для GS1-128 (и GS-128) в принципе допускают использование в таких кодах «скрытой» информации, не предназначенной для обработки (использования) обычными пользователями.

При необходимости использования сканеров для считывания различных видов ЛШК необходимо включение в программное обеспечение специальных блоков предварительного «распознавания» типов кодов. При этом необходимо учесть, что в некоторых стандартах допускаются различия в количествах цифр, кодирующих организацию-производителя продукции.

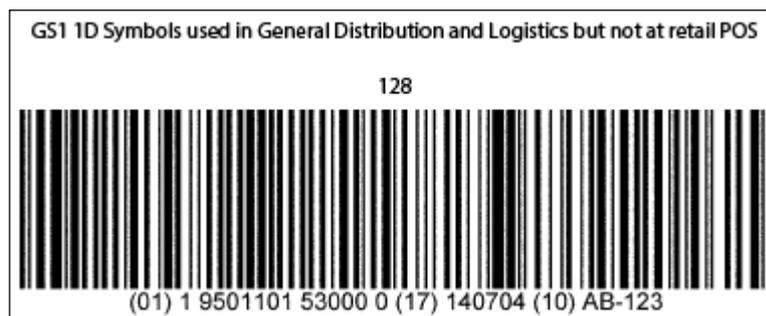


Рисунок 4 – Штрих-код стандарта GS1-128 (по <http://www.gs1ru.org/gsl128/>)

Подчеркнем также, что коды производителей продукции, используемых в ЛШК, отличаются от уникальных кодов для компьютерного оборудования, смартфонов и пр., которые «встраиваются» в их электронную начинку предприятиями-производителями. Например, такие коды существуют для каждой из «единиц» смартфонов, для винчестеров и пр., причем в них обязательно указывается конкретный производитель.

Информационная емкость ЛШК зависит от количества используемых в нем цифр или символов. Например, в стандарте UPC и большинстве его разновидностей теоретический максимум – это примерно 100 миллиардов вариантов (используется 11 цифр, а 12-я – контрольная). Однако на практике информационная емкость UPC значительно ниже, так как имеющиеся цифры разделены на «функциональные группы» и в каждой группе теоретически возможные комбинации цифр используются не полностью.

Формирование ЛШК. Поскольку стандарты ЛШК описаны в многочисленных источниках, в том числе находящихся в открытом доступе в Интернете, то возможны такие основные подходы к формированию ЛШК.

1. Применение устанавливаемых программных средств (ПС), содержащих специальные модули формирования ЛШК. Однако такие модули обычно предназначены для использования ЛШК лишь по прямому назначению (формирования кодов, идентифицирующих продукцию). Сформированные ЛШК «остаются» на ПЭВМ, использованной для генерации. Поэтому «утечек» информации вне этой ПЭВМ потенциально не предполагается. Однако для установленного программного средства могут оказаться «включенными» не только модули автоматического обновления через Интернет, но и передачи информации об ошибках при работе, в том числе связанных с использованием модулей формирования ЛШК.

Из устанавливаемых ПС отметим, в частности, программу для работы с растровой графикой CorelDRAW. Ее современные версии поддерживает более 10 стандартов ЛШК. Это ПС платное, однако для него есть «пробные» и «учебные» версии.

Создание ЛШК возможно и в Microsoft Excel с использованием надстройки TBarCode Office [35].

2. Использование специальных библиотек поддержки генерации кодов для языков программирования. Как пример укажем библиотеку «руBarcode» для языка программирования Python (<https://pypi.org/project/PyQRCode/>).

3. Применение «генераторов» ЛШК, размещенных в Интернете и работающих на «бесплатной» или платной основе, в том числе и по моделям типа SaaS. Достоинства такого подхода: обычно можно подобрать бесплатные генераторы практически для всех видов ЛШК. Недостатки: обычно нельзя сгенерировать ЛШК, предназначенные для «нестандартных» целей, которые выходят за рамки функциональности программных средств; потенциально имеет место «утечка» информации из организации в отношении генерируемых ЛШК, даже если информация при передаче по каналам связи шифруется. Последнее может быть особенно существенным, если ПС – генераторы ЛШК расположены на серверах вне России (даже если эти генераторы специально предназначены для российских пользователей).

Как пример бесплатного онлайн-сервиса для генерации ЛШК укажем портал www.barcode-generator.org. Размещенные на нем ПС позволяют создавать ЛШК по стандартам UPC-A, Code 128, Code 39, а также QR-коды. Отметим также следующие сайты, содержащие: <http://www.barcoding.ru>, <http://www.adams1.com/upccode.html/>. Эти сайты могут быть также полезны при ознакомлении с промышленным оборудованием для работы с ЛШК и разновидностями, алгоритмами формирования ЛШК и пр.

4. Самостоятельная разработка заинтересованными пользователями генераторов ЛШК для использования в конкретных организациях или их группах. Недостаток подхода: относительно высокая трудоемкость разработки – особенно при необходимости обеспечения «пространственной масштабируемости» кодов. Достоинства: обеспечение отсутствия утечек информации о сгенерированных ЛШК; поддержка исключения дублирующихся ЛШК при генерации; возможность генерации «нестандартных» ЛШК, в том числе и полихроматических (см. ниже).

Нанесение ЛШК на объекты, предназначенные для идентификации. Способы (технологии) нанесения ЛШК на изделия (маркировки изделий) отличаются по скорости нанесения кода, степени его стойкости к внешним воздействиям и пр.:

а) каплеструйная маркировка – аналогична технологиям, применяемым в струйных принтерах. Достоинства: высокая производительность; низкая шумность. Недостаток: малая стойкость к внешним воздействиям. Такая маркировка может использоваться преимущественно для наклеек;

б) иглоударная маркировка без использования красящих лент может реализовываться двояко:

б1) путем формирования совокупности углублений в виде точек. Достоинство: лучшая устойчивость к внешним воздействиям, чем для варианта «а». Недостаток: меньшая (по сравнению с «а») производительность; требуется ровная поверхность для нанесения; рельефный ЛШК, не использующий краситель, визуально плохо заметен – если не используются специальные схемы освещения.

Однако «малозаметность» такой маркировки в сочетании с определенными местами ее нанесения может быть важна с позиций обеспечения ИБ, скрытия информации о наличии ЛШК на изделии;

б2) маркировка прочерчиванием с использованием прижатой к материалу объекта или его упаковки иглы-резца. При ее перемещении по поверхности материала создаются непрерывные линии. Достоинства и недостатки аналогичны пункту «б1»;

б3) иглоударная маркировка через красящую ленту – аналог технологии, применяемой в механических матричных принтерах. Применима в основном для печати этикеток. Достоинство: может считываться сканерами ЛШК. Недостаток: значительная шумность; относительно невысокая скорость; необходима периодическая смена красящих лент и пр.;

в) использование для маркировки лазеров:

в1) лазерная «гравировка» поверхности изделия или упаковки по аналогии с «б1» и «б2»;

в2) локальные изменения цвета поверхности изделия под воздействием луча лазера. По сравнению с «в1» требуются меньшие энергозатраты;

г) электроискровая гравировка металлической поверхности изделия. Достоинство: высокая устойчивость полученного ЛШК к неблагоприятным внешним воздействиям. Недостаток: способ относительно сложный; применим только к электропроводящим материалам;

д) технологии селективного травления незащищенных участков поверхностей с использованием химических реагентов. Скорость нанесения ЛШК может быть относительно низкой. Кроме того, возможно «подтравливание» материала на границах защищенных участков – затекание реагентов под защитную пленку. Это будет повышать вероятность неправильного считывания ЛШК из-за неровностей границ штрихов;

е) в принципе возможно и нанесение на изделия рельефных выступающих ЛШК (например, с использованием фотополимерных красителей, «отверждаемых» ультрафиолетовым излучением). В существующей литературе «контактных механических сканеров» для считывания рельефных ЛШК авторам найти не удалось, хотя в принципе их использование и возможно.

Отдельным направлением (фактически альтернативным ЛШК) можно считать нанесение при маркировке изделий рельефных точечных шрифтов типа Брайля. Они удобны для считывания (на ощупь) лицами с ограниченными возможностями по зрению, но не сканерами ЛШК.

Считывание ЛШК. С помощью сканера ЛШК производится считывание информации, размещенной непосредственно на изделии (или на этикетке, наклеенной на изделие); распознавание ЛШК (если такие возможности есть непосредственно в сканере); передача данных со сканера в компьютерное устройство, в ИС, в POS-терминал, принтер этикеток или контрольно-кассовую машину. Как правило, такое считывание осуществляется в видимом диапазоне длин волн. При этом обычно используется подсветка ЛШК красным светом на период считывания.

Основные проблемы при считывании ЛШК. 1. Возможность того, что ЛШК будут считываться не только в прямом, но и в обратном направлении; а также «вверх-ногами» (upside-down). Для преодоления таких трудностей ЛШК конструируются в виде полосок, расположенных симметрично относительно геометрического центра совокупности полосок [42]. Применяются также «защитные» шаблоны (см. выше) и некоторые иные решения. 2. Определенные сложности при считывании ЛШК, расположенных на искривленных или неровных поверхностях. 3. Необходимость «дистанционного» считывания ЛШК, которые нельзя прижимать к прозрачной поверхности рабочего стола сканера. 4. Потенциальная вероятность повреждений ЛШК, нанесенных непосредственно на изделия или размещенных на самоклеящихся этикетках. Повреждения могут быть в основном следующими: «исчезновение» отдельных фрагментов ЛШК, в том числе из-за механических воздействий на них; загрязнения ЛШК, в том числе в форме пятен темных цветов и пр. Повторим, что при наличии значительных загрязнений «контрольные цифры» ЛШК позволяют лишь выявить наличие «ошибок при считывании», но не исправить их. При этом поврежденными могут быть и участки со штрихами, соответствующие контрольным цифрам ЛШК.

С позиций информационной безопасности важно, что при использовании ЛШК, нанесенных на самоклеящиеся этикетки, новые этикетки могут быть наклеены поверх старых, причем увеличение «рельефности» может быть малозаметным. Таким образом, оригинальная маркировка на изделии может быть заменена на неоригинальную путем наклейки дополнительной этикетки.

Кроме того, практика показывает, что от момента выхода на рынок новинок до появления их подделок может проходить немного времени [5]. При этом подделка этикеток с ЛШК, в том числе и в отношении контрольных цифр в коде, особого труда не составляет.

В случае технологически сложных, дорогостоящих единиц изделий для них могут использоваться индивидуальные ЛШК, включающие их серийные номера, в том числе в виде дополнительных штрихов. На основе этой информации может быть организована, в частности, дистанционная проверка подлинности изделий на сервере производителя. Однако такая проверка не является полноценным средством защиты от использования одинаковых наклеек с ЛШК одновременно для нескольких единиц изделий (хотя описанный вариант проверки потенциально и может выявить такие ситуации).

Важным направлением защиты от подделок в настоящее время является использование «голографической упаковки» (полимерной или бумажной). При этом голограммы (в том числе с фирменной символикой) могут использоваться в качестве подложки, части упаковки или рамки ЛШК.

Встречаются и варианты, когда фирменная «голографическая эмблема» применяется на этикетке (наклейке) совместно с ЛШК – для подтверждения подлинности этого кода.

В целом программные средства для создания, нанесения, считывания ЛШК представляют собой особую группу прикладного программного обеспечения [44]. При этом доступны платные, условно бесплатные, бесплатные средства.

ЛШК, предназначенные для считывания без подсветки в видимом диапазоне длин волн. Отсутствие подсветки в видимом диапазоне длин волн при считывании ЛШК может обеспечивать скрытность самого факта считывания информации. При этом в принципе возможны два варианта:

а) подсветка отсутствует вообще. В этом случае нужны хорошие условия считывания: достаточно высокая освещенность в том участке помещения, в котором осуществляется считывание, высокая контрастность темных и светлых участков ЛШК; отсутствие существенных повреждений ЛШК;

б) использование инфракрасной (ИК) подсветки ближнего инфракрасного диапазона при считывании ЛШК. При этом необходима возможность восприятия считывающим устройством отраженного ИК-излучения. Как специальный прием, обеспечивающий скрытность такой технологии, можно предложить нанесение ЛШК, способных хорошо отражать ИК-излучение, на обратную сторону упаковки изделий. При этом на лицевой стороне упаковки ЛШК не будет замечен вообще. Как следствие, не повреждая упаковку изделия обнаружить соответствующие ЛШК (если заранее не знать места их расположения) будет относительно сложно.

ЛШК, наносимые чернилами, которые не различимы в видимом диапазоне длин волн. Эти технологии также предназначены для скрытия информации о наличии ЛШК и их содержании. При этом возможны несколько подходов:

а) нанесенные ЛШК «проявляются» (становятся видимыми) только при нагревании соответствующего участка упаковки или самого изделия – после чего эти ЛШК могут быть считаны сканером. В последующий период проявленное изображение может сохраниться (остаться видимым) или снова стать невидимым. При этом возможности повторной «проявки» изображения может и не быть – это снизит возможности подделки ЛШК на основе информации на проданных (прошедших процедуру считывания ЛШК) изделиях;

б) «проявление» ЛШК, нанесенной симпатическими чернилами, осуществляется «химической активацией»: газовое проявление, нанесение реагента с помощью пульверизатора или тампона, смоченного химреагентом и пр. Результат «проявления» аналогично термопроявлению может быть устойчивым во времени или кратковременным;

в) использование симпатических чернил, светящихся только при ультрафиолетовой (УФ) подсветке. В этом случае возможны несколько вариантов решений:

в1) «перепрограммируемые» чернила для многократного использования. Симпатические чернила с перовскитной структурой с помощью химической активации можно перевести в состояние, в котором изображения ЛШК на основе использования таких чернил становятся видны при УФ-облучении. Затем (при необходимости) эти чернила можно перевести в неактивное состояние, т.е. они уже не будут светиться при УФ-облучении [38];

в2) перспективным направлением считается применение «двухстадийной» активации симпатических чернил, использующих в качестве основного компонента металл-органические каркасы на основе свинца (органонеорганические кристаллы с повышенной пористостью). При этом можно с помощью метиламмонийбромидом получить люминесцирующие перовскитные нанокристаллы, которые будут излучать видимый свет при УФ-облучении. В дальнейшем при взаимодействии с метиловым спиртом (при обработке таким спиртом) перовскитный материал превращается обратно в бесцветный неизлучающий металл-органический каркас [38]. Таким образом, используется «двухстадийная обратимая активация». В качестве жидкого компонента описанных чернил было предложено использовать смесь диметилсульфоксида, этилового спирта и этиленгликоля (эту смесь можно в дальнейшем использовать в обычном струйном принтере) [38];

г) невидимые ЛШК, которые светятся в инфракрасном диапазоне при подсветке излучением видимого диапазона [22]. Такие ЛШК также следует отнести к категории «скрытых». Однако для их считывания нужны специальные сканеры, которые пропускают инфракрасное излучение, но не пропускают видимое. Отметим, впрочем, что для этой цели могут быть использованы и камеры большинства смартфонов при установке на них «черного» светофильтра, непрозрачного для видимых лучей.

Если не использовать такой фильтр, то выявить наличие ЛШК можно сравнением того, что видно невооруженным глазом и просматривается на экране смартфона [22].

ЛШК, наносимые чернилами, «выцветающими» за определенное время. Такого рода ЛШК могут применяться в тех случаях, когда ЛШК необходимо использовать только в течение ограниченно-

го промежутка времени. Например, это могут быть одноразовые «карты» для прохода в метро, которые «действуют» порядка нескольких часов с момента продажи.

Метки на основе использования магнитных полосок (МП). Для «визуально скрытого» хранения ЛШК и обеспечения возможностей их считывания могут применяться МП, в том числе в виде наклеек на изделия; в виде карточек, прикрепленных к изделиям и пр. Возможны и некоторые комбинации применения видимого ЛШК и информации, нанесенной на МП.

В типичных случаях на МП используется несколько дорожек для кодирования данных [43]. Размеры «считываемых участков» для пластиковых карт (ПК) с МП обычно значительно больше, чем для этикеток с ЛШК в видимом диапазоне длин волн. При этом ПК, изготовленные по технологии LoCo, дешевле, но имеют высокую вероятность размагничивания. Для технологии HiCo риск размагничивания ниже, чем при использовании LoCo [43]. Стоимость изготовления ПК с МП составляет порядка 5 руб. за штуку и выше (при оптовых поставках) [43], т.е. много больше, чем для бумажных или пластиковых наклеек с ЛШК.

Информация, закодированная на МП, может быть считана сканерами в двух вариантах: при неподвижном относительно сканера положении карты (или метки) с МП; в процессе перемещения карты (метки) относительно сканера.

Преимущества использования меток на основе МП: «визуальная скрытность» закодированной информации; возможность многократного нанесения информации на МП – это может быть полезно, например, для внесения информации о перемещениях объектов, в том числе с привязкой к временам перемещения; сам факт наличия магнитной метки может быть скрыт – если она расположена на внутренней стороне упаковки изделия или между слоями многослойной упаковки. Недостатки применения МП: относительно высокая стоимость самих МП, а также устройств для их считывания; большие размеры МП по сравнению с ЛШК, предназначенными для считывания в видимом диапазоне длин волн; обычно – отсутствие средств защиты от несанкционированного перепрограммирования (для магнитных карт длительного применения).

Использование **RFID меток** (англ. Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) основано на считывании информации устройством считывания (ридер или интерrogатор) с транспондера (RFID-метки). Классификация RFID меток по дальности идентификации (считывания) [30]: ближняя зона – до 20 см; средняя (от 20 см до 5 м); дальняя (от 5 до 300 м). В RFID метках может быть «закодирована» различная информация, в т.ч. и ЛШК. Целесообразность использования для кодирования ЛШК может быть связана со следующими факторами: возможность «скрытия» информации, путем сопоставления ее таким ЛШК, соответствия которых «содержательным названиям объектов» находится в базе данных ИС ограниченного доступа; обеспечение совместимости считанной информации с системами обработки традиционных ЛШК.

Возможность считывания информации с объектов на значительном расстоянии – специфическое преимущество RFID меток. В типичных случаях RFID-метки содержат интегральную схему (ИС) для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного сигнала, выполнения иных функций; антенны для приема и передачи данных. Пассивные RFID-метки не имеют встроенного источника энергии. Электрический ток, индуцированный в антенне электромагнитным сигналом от считывателя, обеспечивает достаточную мощность для однократного функционирования (срабатывания) кремниевого КМОП-чипа, размещенного в метке, и передачи меткой ответного сигнала. Активная метка содержит встроенный в неё источник питания, который может нуждаться в периодической подзарядке или замене [9, 18, 21].

Достоинства RFID-меток: очень высокая «информационная емкость», что обеспечивает потенциальные возможности «избыточного кодирования», в том числе применения кодов, предназначенных для автоматического исправления ошибок; возможность «скрытного» размещения таких меток на объекте (в том числе под упаковкой, на внутренних частях изделий и пр.); возможности многократной корректировки информации вплоть до ее полной замены; большая дальность считывания; возможность скрытого выполнения процедуры считывания с RFID-метки; возможность «информационной привязки» метки к конкретному изделию – например, по серийному номеру изделия, присвоенного производителем. Недостатки RFID-меток: относительно высокая стоимость даже при оптовых закупках; возможность неблагоприятных воздействий низких температур на КМОП-чип при эксплуатации вне помещений; возможность «экранирования» RFID-меток от считывания по радиоканалу с помощью металлизированной пленки или создания радиопомех в соответствующем диапазоне; для «перепрограммируемых» меток – обычно отсутствие каких-либо средств защиты от несанкционированного перепрограммирования.

Традиционные и некоторые перспективные направления использования ЛШК. 1. Сфера торговли – в основном для идентификации товаров, преимущественно на основе использования ЛШК по описанным выше международным стандартам [5, 9]. Изготовление и нанесение наклеек на товары может осуществляться сотрудниками как торговых организаций, так и самими покупателями (для тяжелых товаров в супермаркетах). Большинство ЛШК в виде наклеек на товары используются только

при оплате покупателями товаров (реже при инвентаризации товаров в торговых залах). При этом наряду с решением традиционных для торговых организаций задач типа «оценок спроса на товары», могут решаться и менее традиционные. Например, определение наиболее частых сочетаний покупаемых товаров в «одном чеке».

2. Идентификация и иные виды деятельности с объектами, используемыми длительное время.

2а. Идентификация материальных ценностей, находящихся на бухгалтерском учете в организациях [10, 11], в том числе компьютерного оборудования [31]. Наклейки с ЛШК позволяют заменить традиционные «инвентарные номера», наносимые непосредственно на объекты учета, масляной краской или эмалью. При этом ЛШК содержат в себе значительно больше информации, чем традиционные инвентарные номера. В силу этого последние обычно используются совместно с «инвентарными книгами» (в бумажной или электронной формах) – в них по каждому инвентарному номеру размещена вся необходимая для учетных целей информация в отношении единиц оборудования. Для считывания таких ЛШК в виде наклеек на объектах материального учета необходимы ручные портативные сканеры с собственной памятью [31].

2б. Характеристика с помощью кодов ЛШК дат, состава и результатов ремонтных (сервисных) операций, проведенных на единицах оборудования. При этом по каждой такой операции может использоваться дополнительная наклейка с ЛШК – наряду с основной наклейкой, относящейся к материальному учету.

2в. Использование наклеек с ЛШК для представления информации о проведенных метрологических поверках единиц оборудования. При этом непосредственно в ЛШК может храниться информация о месте и дате проведения поверки; о лице, проводившем поверку и пр.

2г. Применение ЛШК для идентификации транспортных средств [19], включая легковые автомобили. При этом ЛШК могут содержать значительно больше информации, чем номерные знаки автомобилей.

3. Использование ЛШК для идентификации отдельных особей в стадах одомашненных животных [39] – вместо простановки тавро на их телах, использования цветных и/или буквенно-цифровых идентифицирующих бирок в ушах животных и пр. Отметим, что при содержании животных вне помещений от ЛШК требуется высокая устойчивость к атмосферным воздействиям (включая дождь и пыль), солнечным лучам и пр. Поэтому необходимы особые технологии создания «меток» с ЛШК (в том числе, возможно, с использованием гравировки), защиты меток от неблагоприятных внешних воздействий.

4. В рамках организации документооборота применение ЛШК для идентификации некоторых видов документов на бумаге (параллельно с простановкой на них регистрационных номеров и дат) может быть оправдано только в отдельных случаях. Во всяком случае, работ по «интеграции» ЛШК с системами электронного документооборота типа DIRECTUM авторам найти не удалось.

5. Использование ЛШК для «свертки» информации об изображениях.

5а. Пока такие публикации относятся, преимущественно, к изображениям лица человека [15,16,17, 37]. При этом используется информация о «градиентах», в том числе по отдельным цветам в RGB-цветовой модели. Показано, что формируемые ЛШК являются инвариантными по крайней мере к изменениям размеров изображений – при условии сохранения их пропорциональности по горизонтальной и вертикальной оси.

Полученные ЛШК изображений лиц могут быть использованы, в частности, для целей идентификации граждан в системах контроля и управления доступом. При этом алгоритмы, использующие ЛШК, могут быть вычислительно более эффективны по сравнению с непосредственным «распознаванием лиц»; обеспечивать снижение ошибок 1-го и 2-го родов). **5б.** Автоматическое формирование ЛШК возможно и для других типов изображений, в том числе размещенных на многочисленных интернет-сайтах. При этом возможны различные подходы. **5б1.** Если изображение представлено в «полутонах серого», то оно обрабатывается непосредственно. Цветное изображение предварительно переводится в «серое полутоновое» – прием для определенности, что оно имеет 256 градаций (белый цвет + 255 градаций серого). Изображение искусственно разбивается на $3 \times 3 = 9$ прямоугольных клеток равного размера (числа «3» взяты для определенности). Для каждой клетки оцениваются (раздельно по двум осям) средние «градиенты яркости». Градиенты целесообразно рассчитывать по всем «внутренним» точкам (пикселям) клетки, т.е. для тех точек, которые не лежат на его периметре. Градиент в каждой внутренней точке клетки по каждой из двух осей (вертикальной и горизонтальной) может оцениваться как среднее значение модулей для односторонних линейных аппроксимаций значений градиента (по двум соседним точкам-пикселям). При этом максимальным значением градиента (при единичном шаге между пикселями) будет значение «255» – оно соответствует полностью черному пикселю, у которого соседями являются белые пиксели (или наоборот – белому пикселю у которого соседями являются черные пиксели). Нулевое значение градиента для пикселя соответствует одинаковой яркости его и соседних с ним пикселей.

Если провести масштабирование градиентов в диапазон «0...99» единиц, то для каждой клетки будем иметь «2 оси \times 2 цифры, представляющие величину градиента». Это соответствует четырем позициям в ЛШК. А всего для изображения, разбитого на 9 клеток будет нужно $9 \times 4 = 36$ цифр, т.е. 36 позиций в ЛШК. Сформированный ЛШК может быть представлен в отдельном поле (дополнительном по отношению к полю основного изображения) и служить для его автоматической идентификации.

Указанные наборы из 36 цифр могут быть полезны и для формализованной оценки схожести изображений – например, по сумме квадратов разностей по всем 36 цифрам для пар сравниваемых изображений. Отметим, что такие сравнения, вообще говоря, будут корректны только для прямоугольных изображений с одинаковыми соотношениями размеров по горизонтальной и вертикальной осям. В противном случае может быть необходимо изменение (деформация) изображений для приведения их к общему соотношению размеров сторон.

5б₂. Аналог **5б₁**, но для каждого из сочетаний «клетка-ось» дополнительно рассчитываются еще коэффициенты вариации, асимметрии, эксцесса для величин градиентов яркости по осям. Это позволит более полно характеризовать изображение, но потребует использования дополнительных групп цифр.

5б₃. Аналог «5б₁», но вместо изображения в полутонах серого обрабатывается цветное изображение. При этом для каждого из трех базовых цветов в RGB-модели строится свое изображение-компонент. Затем каждое из этих изображений-компонентов разбивается на клетки (см. выше) и подсчитываются средние градиенты по осям. В этом случае потребуются 3 группы \times 36 цифр = 108 цифр (эти цифры также могут быть представлены в виде бихроматического, т.е. черно-белого, ЛШК). Альтернативный вариант – для каждого из изображений-компонент используется свой ЛШК, представленный полосками соответствующего цвета.

5в. Для полутоновых серых изображений (например, для определенности, в 256 или 64-х градациях яркости) получаем гистограмму распределения количеств пикселей. Рассчитываем процентные доли для каждой из градаций серого цвета, которые будут представлять собой распределение яркости. Получаем среднее значение, коэффициенты вариации, асимметрии, эксцесса для этого распределения. Эти четыре характеристики в определенной степени позволяют дифференцировать разные изображения и выявлять сходные. Указанные характеристики также могут быть представлены в виде ЛШК.

5г. Аналог «5в», но изображение предварительно разбивается на клетки (см. выше). Для каждой клетки оценки указанных четырех параметров осуществляются независимо от других клеток. Таким образом, мы будем иметь $N \times 4$ параметров для каждого изображения, что обеспечит значительно лучшую дифференцирующую способность набора показателей.

6. Применение ЛШК в рамках биомедицинских технологий. **6а**. Использование наклеек с ЛШК на биопрепаратах, подготовленных для микроскопических исследований в медицинских учреждениях. Небольшие размеры наклеек с ЛШК позволяют разместить их на предметных стеклах с такими препаратами. **6б**. Нанесение наклеек с ЛШК на рентгеновские снимки на фотопленке, на бумажные ленты электрокардиограмм и пр. – в качестве альтернативы традиционным надписям на таких объектах, содержащих фамилии пациентов. Отметим, что варианты по пунктам «5а» и «5б» помимо увеличения объема хранимой информации позволяют лучше обеспечить и ИБ персональных данных – если для доступа к «расшифровкам» информации о пациентах, соответствующей считанной ЛШК, применяются «логины и пароли» пользователей информационной системы медучреждения. **6в**. Применение ЛШК на «объектах хранения» донорской крови – в том числе может кодироваться группа крови, резус-фактор, дата взятия крови и пр. **6г**. Использование ЛШК на контейнерах для биопрепаратов многоразового применения. Поскольку такие контейнеры должны периодически подвергаться стерилизации (включая паровую и в сушильных шкафах), то для «меток» с ЛШК появляется специфическое требование по устойчивости к высоким температурам и перегретому пару. **6д**. Отметим также некоторые направления идентификации биообъектов, связанные с исследовательской деятельностью [2].

7. Использование ЛШК на удостоверениях, пропусках, «бэджиках» и иных документах (средствах), применяемых в системах контроля и управления доступом физических лиц в помещения [7, 8].

8. Использование ЛШК при автоматизации обработки социологических и иных опросов, результаты которых представлены в виде заполненных анкет в бумажной форме [1].

9. Применение ЛШК в образовательных организациях. **9а**. Использование ЛШК для автоматической идентификации студенческих билетов и зачеток в деканатах вузов с целью быстрого открытия «личных карточек» студентов в информационных системах типа «АСУ вуз» [4]. **9б**. Нанесение наклеек с ЛШК на листы с результатами экзаменационных ответов испытуемых (тестируемых) лиц целесообразно использовать только в достаточно ответственных случаях. Оно может служить альтернативой указанию на таких листах специального кода, соответствующего фамилии, имени, отчеству физических лиц (позволяет скрыть эту информацию). Использование таких кодов важно при «слепой» проверке экзаменационных работ – чтобы проверяющий не знал, чью работу он оценивает. Преимущество ЛШК – непосредственно в нем можно закодировать больше информации, чем помещается в числовых кодах, используемых для кодирования таких документов. **9в**. Использование ЛШК для работы с абитуриентами в рамках приемных кампаний [28]. **9г**. Использование ЛШК в деятельности библиотек при выдаче книг, журналов, коробок с лазерными дисками, содержащих обучающие курсы (этикетки с ЛШК наклеиваются на них).

10. Применение «скрытых» ЛШК уже частично обсуждалось выше. Систематизируем здесь направления (приемы) скрытия информации. **10а**. Использование ЛШК, видимых только при ультрафиолетовой подсветке [38] или химической обработке поверхности [25]. **10б**. Нанесение (например, с

помощью лазера) очень небольших ЛШК, которые в силу этого малозаметны [3]. Однако такие объекты не могут быть считаны обычными сканерами. **10в.** Использование ЛШК видимых только при особых условиях освещения, а также в том числе в форме «водяных знаков» [32]. **10з.** Использование в качестве ЛШК «формата знаков» [26]. **10д.** Размещение ЛШК, отражающих инфракрасное излучение, на обратной стороне упаковки. **10е.** Применение ЛШК, светящихся в инфракрасном диапазоне, при подсветке видимым излучением [22].

11. Тестирование исследуемых лиц в отношении возможностей запоминания объектов (объемов рабочей памяти), представляющих полные или упрощенные варианты ЛШК. Это направление мы рассмотрим подробнее.

Запоминание ЛШК без представления под ними (или над ними) соответствующей числовой информации значительно сложнее, чем работа с испытуемыми с текстовыми или цифровыми строками, содержащими аналогичные количества символов.

Опишем некоторые варианты тестовых заданий для оценки восприятия, оценки и запоминания испытуемыми зрительной информации на примере использования стандартной ПЭВМ с дисплеем:

а) одновременное предъявление испытуемому в правой и левой частях экрана (или в верхнем левом и правом нижнем углах экрана) двух бихроматических (обычно, черно-белых) ЛШК. При этом могут ставиться такие вопросы: а1) одинаковы или различны предъявляемые ЛШК; а2) какое количество элементов на двух ЛШК отличается; а3) усложнением варианта «а1» является возможность для испытуемого давать не только четкие ответы, но и «нечеткие»: да, скорее да, скорее нет, нет;

б) тот же тест что и «а» может проводиться для двух ЛШК, расположенных «один под другим». Однако это задание значительно легче, так как саккады зрачков глаз будут иметь меньшие по величине размеры;

в) усложнением варианта «а» путем использования двух «плавающих» по экрану ЛШК;

г) альтернативные по отношению к вариантам «а» задания с последовательным во времени предъявлением ЛШК на экране ПЭВМ на одном и том же месте. Дополнительными усложняющими факторами могут быть следующие: задание некоторой паузы между демонстрацией двух «рабочих» ЛШК, причем во время этой паузы могут воспроизводиться визуальные помехи, в том числе и в виде ЛШК, похожих на рабочие (цель использования таких помех – оценка «устойчивости» зрительной памяти испытуемых в отношении вытеснения образов «рабочих ЛШК», в том числе путем варьирования длительности паузы); воспроизведение «рабочих» ЛШК в разных частях монитора ПЭВМ; использование различающихся цветовых фонов при демонстрации двух «рабочих» ЛШК и пр.;

д) использование при воспроизведении ЛШК по вариантам «а», «б», «в», «г» ЛШК отличающихся по размерам (имеющих разный масштаб изображения при сохранении соотношения сторон «прямоугольника с изображением ЛШК»);

е) одновременная демонстрация в левой части экрана «основного» ЛШК, а в правой — нескольких вариантов ЛШК из которых только один (или более) совпадают с «основным». Испытуемый должен выбрать все совпадающие варианты в правой части за ограниченное время;

ж) аналог «е», но ЛШК в правой части экрана демонстрируются с задержкой по времени после окончания демонстрации «основного» ЛШК в левой части;

з) в левой и правой частях экрана демонстрируется по несколько ЛШК. Испытуемый должен за ограниченное время выбрать «совпадающие пары»;

и) аналог «з», но демонстрация ЛШК в правой части экрана осуществляется уже после окончания демонстрации ЛШК в левой части;

к) на мониторе ПЭВМ показывается «основной» ЛШК. Затем с задержкой по времени начинают последовательно демонстрироваться ЛШК, из которых один или более совпадают с «основным». Испытуемый может давать либо бинарные ответы (совпадает — не совпадает), либо нечеткие (см. выше).

Оценки целесообразности и возможных направлений использования полихроматических ЛШК. При маркировке деталей, применяемых в радиоэлектронных устройствах (включая резисторы, конденсаторы и пр.), необходимо указывать их типы, номиналы, допустимые отклонения от номиналов, иногда – допустимые предельные напряжения и пр. В процессе уменьшения размеров таких деталей возник «дефицит места» на их поверхностях для нанесения указанной информации. Поэтому были разработаны унифицированные (в международном масштабе) коды полихроматической маркировки таких элементов с помощью «цветных колечек», обычно наносимых эпоксидными красками – преимущественно на детали цилиндрической формы. Таблицы таких кодов широко доступны в Интернете. Еще одним важным направлением использования «цветных колец» для указания типов объектов является маркировка трубопроводов жидкостей и газов (включая судовые трубопроводы) – в том числе и в сочетании с различными надписями. Подчеркнем, что указанные маркировки предназначены, в основном, для восприятия человеком. Однако они могут быть считаны и распознаны также и системами технического зрения.

Применение полихроматических ЛШК (ПЛШК) с использованием их автоматического считывания и идентификации объектов даже при 3–5 цветах позволяет весьма значительно увеличить ин-

формационную емкость ЛШК. Однако в этом случае необходимо будет проводить распознавание цветов штрихов в ЛШК и, как следствие, осуществлять «унификацию» условий подсветки ЛШК (включая «цветовую температуру» источника света); использовать считывающие устройства, позволяющие распознавать цвета и пр.

Основные причины, по которым ПЛШК практически не применяются (кроме маркировки электрорадиоэлементов и др. – см. выше): достаточная информационная емкость бихроматических ЛШК для большинства направлений их использования; значительные объемы вложений, произведенных потребителями в средства генерации и считывания традиционных ЛШК; возможность перехода на использование бихроматических QR-кодов при необходимости увеличения объемов кодируемой информации (технологии их считывания и распознавания уже хорошо отработаны, полностью обеспечены необходимыми аппаратно-программными средствами).

В то же время полихроматические ЛШК представляют несомненный интерес для тестирования (и тренинга) цветовой памяти испытуемых.

В процессе такого тестирования могут использоваться тестовые задания, соответствующие практически всем пунктам в предыдущем разделе. Предъявление испытуемым указанных ЛШК возможно на мониторах ПЭВМ.

При этом специально для оценки качества цветовосприятия и цветовой памяти испытуемых могут применяться ЛШК с одинаковым расположением полосок, но их разной окраской.

Кроме того, тестирование с использованием полихроматических ЛШК может проводиться при разных уровнях освещенности (яркости объектов); при различных промежутках времени, отводимых на одно тестовое задание.

Адаптивный характер тестирования при использовании полихроматических ЛШК может обеспечиваться за счет динамического изменения количества цветов, используемых в тестовых заданиях (корректировка количества цветов может проводиться по результатам одного или большего количества предшествующих тестовых заданий).

Выводы.

1. В настоящее время ЛШК играют важную роль в различных сферах деятельности, прежде всего в торговле. Имеются различные стандарты выполнения ЛШК, в том числе и с достаточно большими количествами кодируемых цифр. Это позволяет представить с помощью ЛШК значительные объемы информации.

2. Показано, что ЛШК уступают по информационной емкости QR-кодам и RFID-меткам. Однако стоимость нанесения ЛШК и аппаратуры для их считывания существенно ниже

3. Использование единственной контрольной цифры в ЛШК в общем случае не может обеспечить надежности подтверждения правильности считанного кода, так как априорная вероятность случайного совпадения такой цифры составляет 10 % (с учетом используемых для вычисления этой цифры алгоритмов эта вероятность обычно меньше).

4. Показано, что потенциально ЛШК могут использоваться в сочетании с базами данных информационных систем ограниченного доступа, в которых хранится конфиденциальная информация, соответствующая каждому варианту ЛШК.

5. Указано, что генерация ЛШК для печати может обеспечиваться различными программными средствами. При этом часть таких средств фактически приводит к утечкам из организаций информации о сгенерированных кодах.

6. Обоснована целесообразность применения и некоторые практические возможности использования скрытых ЛШК, в том числе с позиций обеспечения информационной безопасности.

7. Наряду с традиционными направлениями применения ЛШК рассмотрен и ряд нетрадиционных, в том числе и тех, которые пока не используются время. Показано, что бихроматические ЛШК могут применяться для тестирования и тренинга зрительной памяти испытуемых лиц. Описаны варианты проведения таких тестов.

8. Рассмотрена целесообразность и технические возможности использования полихроматических ЛШК, в том числе для тестирования и тренинга цветовой памяти физических лиц. Указаны возможности реализации адаптивного тестирования с использованием полихроматических ЛШК.

Библиографический список

1. Беседин И. И. Обработка результатов социологических опросов с использованием сканера штрих - кодов / И. И. Беседин, Д. Ю. Старцев, Д. К. Жук // Новая наука: Современное состояние и пути развития. – 2016. – № 4–3. – С. 74–77.

2. Бигильдеев А. Е. Использование библиотеки штрих-кодов для изучения отдела мезенхимных стволовых клеток / А. Е. Бигильдеев, К. Корнильс, Т. Араносси, Н. В. Сац, Петинати Н. А., И. Н. Шипунова, В. Л. Сурин, О. С. Пшеничникова, К. Рикен, Б. Фезе, Н. И. Дризе // Биохимия. – 2016. – Т. 81, № 4. – С. 516–526.

3. Ганзуленко О. Ю., Ларионова Е. В., Петкова А. П. Технология лазерной маркировки серийных изделий из металлических и полимерных материалов с целью защиты их от подделок и идентификации // *Науковедение : интернет-журнал*. – 2013. – № 5 (18). – С. 72.
4. Григорьев В. К. Оценка эффективности применения штрихкодовой технологии в ИУС «Деканат» МИРЭА / В. К. Григорьев, А. В. Грушин, А. А. Антонов // *Известия высших учебных заведений. Электроника*. – 2009. – № 5 (79). – С. 77–84.
5. Защитная голограмма как средство борьбы с подделками. Центр КТ. Все для маркировки. – Режим доступа: http://markerovka.ru/state/zawitnaja_gologramma.html, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 11.11.2018).
6. Идентификационные ключи системы GS1 // Торгово-промышленная палата Владимирской области – Режим доступа: https://vladimir.tpprf.ru/ru/weoffer/barcode/GS1_GTIN.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 07.11.2018).
7. Исаев О. В. Штрих-код как персональный идентификатор пользователей систем контроля и управления доступом / О. В. Исаев, К. А. Дручевская, А. В. Гусев // *Математические методы и информационные технологии управления в науке, образовании и правоохранительной сфере : сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Академия ФСИН России, Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина*. – 2017. – С. 257–260.
8. Казиева Н. Штриховое кодирование и биометрия: состояние и развитие / Н. Казиева, Н. А. Бурамбаева, Н. Л. Щеголева // *Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям*. – 2018. – Т. 1. – С. 173–176.
9. Камозин Д. Ю. Сравнение эффективности применения технологии штрихового кодирования и технологии RFID в логистических процессах / Д. Ю. Камозин // *Известия Иркутской государственной экономической академии*. – 2013. – № 3. – С. 71–75.
10. Кириченко Ю. В. Использование Android устройства вместо сканера штрих-кодов в системах учета / Ю. В. Кириченко // *Научный обзор*. – 2016. – № 4 (25). – С. 120–131.
11. Кожомбаева А. Т. Реализация программного комплекса проведения инвентаризации с использованием мобильных устройств / А. Т. Кожомбаева, А. Г. Зотин // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. – 2015. – Т. 1, № 11. – С. 400–402.
12. Коробко И. Генерация штрих-кода EAN-13 (ISBN) / И. Коробко // *Системный администратор*. – 2012. – № 5 (114). – С. 74–78.
13. Коробко И. Генерация штрих-кода. переводим текст в кривые / И. Коробко // *Системный администратор*. – 2012. – № 6 (115). – С. 54–57.
14. Краснобаев А. А. Алгоритмы распознавания штриховых кодов / А. А. Краснобаев // *Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша*. – 2004. – № 84.
15. Кухарев Г. А. Формирование штрих-кода по изображениям лиц на основе градиентов яркости / Г. А. Кухарев, Ю. Н. Матвеев, Н. Л. Щеголева // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. – 2014. – № 3 (91). – С. 88–95.
16. Кухарев Г. А. Технологии штрихового кодирования для задач лицевой биометрии: современное состояние и новые решения / Г. А. Кухарев, Н. Казиева, Д. А. Цымбал // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 72–86.
17. Кухарев Г. А. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии / Г. А. Кухарев, Е. И. Каменская, Ю. Н. Матвеев, Н. Л. Щеголева ; под ред. М. В. Хитрова. – СПб. : Политехника, 2013. – 388 с.
18. Лахири Сандип. RFID. Руководство по внедрению / Лахири Сандип. – 1 изд. – Индианополис : IBM Press, 2007. – 312 с.
19. Левтеров А. И. Решение задачи идентификации транспортных средств нанесением штрих-кода на ветровое стекло / А. И. Левтеров, Д. А. Воробьев, С. И. Клименко // *Автомобильный транспорт*. – Харьков, 2012. – № 30. – С. 123–126.
20. Лопатина Т. А. Сравнительный анализ современных технологий массовой полиграфии для идентификации, аутентификации и маркетингового продвижения печатных объектов / Т. А. Лопатина, Ю. В. Пономарчук // *Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке*. – 2015. – Т. 2. – С. 212–218.
21. Ляличкин А. В. Радиочастотная идентификация (RFID): практические решения и экономическая эффективность / А. В. Ляличкин, Ю. В. Пушкина // *Вестник ВЭГУ*. – 2010. – № 2 (46). – С. 95–98.
22. Любко А. А. // *Безопасность информационных технологий*. – 2010. – Т. 17, № 2. – С. 80–82.
23. Маврин А. В. Штрих-кодовая идентификация материальных средств в системе МТО / А. В. Маврин, В. Д. Токарь // *Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева*. – 2015. – № 1. – С. 28–32.
24. Михайленко И. И. Алгоритм идентификации процессов книговыдачи через единое поле ввода штрих-кода в САБ Ирбис 128 / И. И. Михайленко // *Динамика систем, механизмов и машин*. – 2009. – № 4. – С. 345–347.
25. Насибулин А. Г. Способ скрытой маркировки промышленных взрывчатых веществ с использованием химического штрихкода / А. Г. Насибулин, А. Е. Гольдт, М. Н. Оверченко // *Безопасность труда в промышленности*. – 2017. – № 12. – С. 35–40.
26. Патраль А. В. Формат знаков в качестве штрих-кода / А. В. Патраль // *Новейшие тенденции в науке и образовании : сборник статей по материалам международной научно-практической конференции*. – 2017. – С. 42–49.
27. Работа с кодированием информации. Учебно-методический комплекс «Электронный учебник». – Режим доступа: <http://main.tpkelbook.com/pre020.php?lc=0&pc=2&spn=%D0%9B%D0%9F%D0%97%20%E2%84%9617.%20%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%D1%81%20%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%>

BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8&sid=41&qsid=40&apl=293&lst=0&stid=&grupID=, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 07.11.2018).

28. Сайтов Н. Ж. Повышение эффективности приемной кампании вузов с внедрением сканера штрих-кода / Н. Ж. Сайтов, А. К. Шаршенбаева // Научные исследования в Кыргызской Республике. – 2013. – № 4. – С. 15–20.

29. Серийный код транспортной упаковки (SSCC) // Международная Ассоциация GS1 Russia. – Режим доступа: <http://www.gs1ru.org/sscc/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 10.11.2018).

30. Технология RFID // Информационная безопасность беспроводных систем. – Режим доступа: <https://radio-secure.ru/technology/rfid>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 12.11.2018).

31. Унагаев С. Учет компьютеров с помощью штрих-кодов / С. Унагаев // Системный администратор. – 2010. – № 10 (95). – С. 38–39.

32. Пат. 2337011 Российская Федерация. Защитный элемент со штрихкодом в виде водяного знака / В. Шнайдер ; заявл. 24.03.2003.

33. Штрихкодирование . РосКод: национальная система штрих- кодирования. – Режим доступа: <https://roskod.ru/shtrikhkodirowanie/ean-13-kody/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 05.11.2018).

34. ШТРИХКОДЫ СТАНДАРТА EAN-8. Cognex. Машинное зрение и Считыватели штрихкодов. – Режим доступа: <https://www.cognex.com/ru-ru/resources/symbolologies/1-d-linear-barcodes/ean-8-barcode>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 07.11.2018)

35. GS1-128 символика. Международная Ассоциация GS1 Russia – Режим доступа: <http://www.gs1ru.org/gsl128/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 10.11.2018).

36. ITF-14 символика. Международная Ассоциация GS1 Russia. – Режим доступа: <http://www.gs1ru.org/itf14/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 10.11.2018).

37. Kukharev G. Barcode generation for face images / G. Kukharev, Yu. Matveev, N. Shchegoleva // Бизнес-информатика. – 2014. – № 3 (29). – С. 28–39.

38. Conversion of invisible metal-organic frameworks to luminescent perovskite nanocrystals for confidential information encryption and decryption // Nature Communications. – Режим доступа: <https://www.nature.com/articles/s41467-017-01248-2>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 12.11.2018).

39. Квачов В. П. Особливості штрихкової ідентифікації стад птиці засобами інформаційних технологій / В. П. Квачов, Р. Б. Кухар, О. Слейко, С. М. Кравець // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2010. – Т. 12, № 3–5 (45). – С. 120–123.

40. Roger C. Palmer The Bar Code Book: A Comprehensive Guide To Reading, Printing, Specifying, Evaluating, And Using Bar Code and Other Machine-Readable Symbols / C. Roger. – Fifth Edition. – Indiana : Trafford Publishing, 2007. – 470 с.

41. TBarCode Office – Microsoft Excel Barcode Add-In. – Режим доступа: <https://www.tec-it.com/en/software/barcode-software/office/excel/Default.aspx>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 11.11.2018).

42. UPC-A SYMBOLOGY. Barcode Island. – Режим доступа: <http://www.barcodeisland.com/upce.phtml>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 11.11.2018).

43. A13. What's The Difference Between a HiCo & LoCo Magnetic Stripe Card? // ID Wholesaler. Top ID Badge Printer & ID Badge Products Retailer. – Режим доступа: <https://www.idwholesaler.com/learning-center/magnetic-stripe-card-coercivity/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 12.11.2018).

44. Brumshtein Yu. M. Information about Software Tools: Structure, Sources, and Contents / Yu. M. Brumshtein // Scientific and Technical Information Processing. – 2017. – Vol. 44, № 2. – P. 75–86. (DOI: 10.3103/S0147688217020034).

References

1. Besedin I. I., Startsev D. Yu., Zhuk D. K. Obrabotka rezultatov sotsiologicheskikh oprosov s ispolzovaniem skanera shtrikh - kodov [Processing of results of sociological polls with use of the scanner of barcodes]. *Novaya nauka: Sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya* [New science: Current state and ways of development], 2016, no. 4–3, pp. 74–77.

2. Bigildeev A. Ye., Kornils K., Aranossi T., Sats N. V., Petinati N. A., Shipunova I. N., Surin V. L., Pshenichnikova O. S., Riken K., Feze B., Drize N. I. Ispolzovanie biblioteki shtrikh-kodov dlya izucheniya otdela mezenkhimnykh stvolovykh kletok [Use of library of barcodes for studying of department of mezenkhimny stem cells]. *Biokhimiya* [Biochemistry], 2016, vol. 81, no. 4, pp. 516–526.

3. Ganzulenko O. Yu., Larionova Ye. V., Petkova A. P. Tekhnologiya lazernoy markirovki seriynykh izdeliy iz metallicheskikh i polimernykh materialov s tselyu zashchity ikh ot poddelok i identifikatsii [Technology of laser marking of serial products from metal and polymeric materials for the purpose of protection them from fakes and identification]. *Internet-zhurnal Naukovedenie* [The Online journal of science research], 2013, no. 5 (18), p. 72.

4. Grigorev V. K., Grushin A. V., Antonov A. A. Otsenka effektivnosti primeneniya shtrikhkodovoy tekhnologii v IUS «Dekanat» MIREA [Efficiency evaluation of bar code technology usage in IUS «Dean's office» of MIREA]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Elektronika* [News of higher educational institutions. Electronics], 2009, no. 5 (79), pp. 77–84.

5. Zashchitnaya gologramma kak sredstvo borby s poddelkami. Tsentr KT. Vse dlya markirovki [Protective hologram as means of fight against fakes. KT center. All for marking]. Available at: http://markerovka.ru/state/zawitnaja_gologramma.html (accessed 11.11.2018).

6. Identifikatsionnye klyuchi sistemy GS1 [Identification keys of GS1 system]. *Torgovo-promyshlennaya palata Vladimirskoy oblasti* [Chamber of Commerce and Industry of the Vladimir region]. Available at: https://vladimir.tpprf.ru/ru/weoffer/barcode/GS1_GTIN.pdf (accessed 07.11.2018).
7. Isaev O. V., Druchevskaya K. A., Gusev A. V. Shtrikh-kod kak personalnyy identifikator polzovateley sistem kontrolya i upravleniya dostupom [A barcode as the personal identifier of users of control and management systems for access]. *Matematicheskie metody i informatsionnye tekhnologii upravleniya v nauke, obrazovanii i pravookhranitel'noy sfere. Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Moskovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana, Akademiya FSIN Rossii, Ryazanskiy gosudarstvennyy universitet imeni S.A. Yesenina* [Mathematical methods and information technologies of management in science, education and the law-enforcement sphere. Collection of materials of the All-Russian scientific and technical conference. Bauman Moscow State Technical University, FSIN of Russia Academy, Ryazan state university of S.A. Yesenin], 2017, pp. 257–260.
8. Kazieva N., Burambaeva N. A., Shchegoleva N. L. Shtrikhovoe kodirovanie i biometriya: sostoyanie i razvitiye [Shaped coding and biometrics: status and development]. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam* [International conference on soft calculations and measurements], 2018, vol. 1, pp. 173–176.
9. Kamozin D. Yu. Sravnenie effektivnosti primeneniya tekhnologii shtrikhovogo kodirovaniya i tekhnologii RFID v logisticheskikh protsessakh [Comparison of efficiency of use of technology of shaped coding and RFID technology in logistic processes]. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii* [News of the Irkutsk State Economic Academy], 2013, no. 3, pp. 71–75.
10. Kirichenko Yu. V. Ispolzovanie android ustroystva vmesto skanera shtrikh-kodov v sistemakh ucheta [Use of Android of the device instead of the scanner of barcodes in accounting systems]. *Naukoviy oglyad* [Naukoviy oglyad], 2016, no. 4 (25), pp. 120–131.
11. Kozhombaeva A. T., Zotin A. G. Realizatsiya programmogo kompleksa provedeniya inventarizatsii s ispolzovaniem mobilnykh ustroystv [Implementation of a program complex of carrying out inventory with use of mobile devices]. *Aktualnye problemy aviatsii i kosmonavтики* [Current problems of aircraft and astronautics], 2015, vol. 1, no. 11, pp. 400–402.
12. Korobko I. Generatsiya shtrikh-koda EAN-13 (ISBN) [Generation of a barcode of EAN-13 (ISBN)]. *Sistemnyy administrator* [The system Administrator], 2012, no. 5 (114), pp. 74–78.
13. Korobko I. Generatsiya shtrikh-koda. perevodim tekst v krivye [Generation of a barcode. the text being translated in curves]. *Sistemnyy administrator* [The System administrator], 2012, no. 6 (115), pp. 54–57.
14. Krasnobaev A. A. Algoritmy raspoznavaniya shtrikhovykh kodov [Forming of a barcode according to images of persons on the basis of brightness gradients]. *Preprinty IPM im. M.V. Keldysha* [Pre-prints of M.V. Keldysh], 2004, no. 84.
15. Kukharev G. A., Matveev Yu. N., Shchegoleva N. L. Formirovanie shtrikh-koda po izobrazheniyam lits na osnove gradientov yarkosti [Forming of a barcode according to images of persons on the basis of brightness gradients]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologiy, mekhaniki i optiki* [The Scientific and technical messenger of information technologies, mechanics and optics], 2014, no. 3 (91), pp. 88–95.
16. Kukharev G. A., Kazieva N., Tsymbal D. A. Tekhnologii shtrikhovogo kodirovaniya dlya zadach litsevoy biometrii: sovremennoe sostoyanie i novye resheniya [Technologies of shaped coding for problems of front biometrics: current state and new solutions]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologiy, mekhaniki i optiki* [Scientific and Technical Messenger of Information Technologies, Mechanics and Optics], 2018, vol. 18, no. 1, pp. 72–86.
17. Kukharev G. A., Kamenskaya Ye. I., Matveev Yu. N., Shchegoleva N. L. *Metody obrabotki i raspoznavaniya izobrazheniy lits v zadachakh biometrii* [Methods of processing and image understanding of persons in problems of biometrics] ed. by M. V. Khitrova. SPb., Politehnika Publ., 2013. 388 p.
18. *A15. Lakhiri Sandip RFID. Rukovodstvo po vnedreniyu* [RFID. Guide to implementation]. 1 izd. Indianapolis, IBM Press, 2007. 312 p.
19. Levterov A. I., Vorobev D. A., Klimenko S. I. Reshenie zadachi identifikatsii transportnykh sredstv naneseniem shtrikh-koda na vetrovoe steklo [A solution of a problem of identification of vehicles drawing a barcode on a windshield]. *Avtomobilnyy transport*. [the Motor transport]. Kharkov, 2012, no. 30, pp. 123–126.
20. Lopatina T. A., Ponomarchuk Yu. V. Sravnitelnyy analiz sovremennykh tekhnologiy massovoy poligrafii dlya identifikatsii, autentifikatsii i marketingovogo prodvizheniya pechatnykh obektov [Contrastive analysis of modern technologies of mass polygraphy for identification, authentication and marketing advance of printing objects]. *Nauchno-tekhnicheskoe i ekonomicheskoe sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke* [Scientific and technical and economic cooperation of Asia-Pacific countries in the 21st century], 2015, vol. 2, pp. 212–218.
21. Lyalichkin A. V., Pushkina Yu. V. Radiochastotnaya identifikatsiya (RFID): prakticheskie resheniya i ekonomicheskaya effektivnost [Radio frequency identification (RFID): practical solutions and cost efficiency]. *Vestnik VEGU* [Messenger of VEGU], 2010, no. 2 (46), pp. 95–98.
22. Lyubko A. A. Tekhnologiya proverki podlinnosti tovara s ispolzovaniem fizicheskogo ekvivalenta tsifrovoy podpisi [Technology of authentication of goods with use of a physical equivalent of the sign-code signature]. *Bezopasnost informatsionnykh tekhnologiy* [Information Technology Security], 2010, vol. 17, no. 2, pp. 80–82.
23. Mavrin A. V., Tokar V. D. Shtrikh-kodovaya identifikatsiya materialnykh sredstv v sisteme MTO [Shtrikh-code identification of appliances in the MTO system]. *Vestnik Voennoy akademii materialno-tekhnicheskogo obespecheniya im. generala armii A.V. Khruleva* [Bulletin of Military Academy of Material Support of the General A.V. Hrulev], 2015, no. 1, pp. 28–32.
24. Mikhaylenko I. I. Algoritm identifikatsii protsessov knigovydachy cherez edinoe pole vvoda shtrikh-koda v SAB Irbis 128 [An algorithm of identification of processes of a knigovydachy through a uniform data entry field of a barcode in SAB the Irbis 128]. *Dinamika sistem, mekhanizmov i mashin* [Dynamics of systems, mechanisms and machines], 2009, no. 4, pp. 345–347.

25. Nasibulin A. G., Goldt A. Ye., Overchenko M. N. Sposob skrytoy markirovki promyshlennykh vzryvchatykh veshchestv s ispolzovaniem khimicheskogo shtrikhkoda [Sposob of the hidden marking of industrial explosives with use of the chemical barcode]. *Bezopasnost truda v promyshlennosti* [Safety of Work in the Industry], 2017, no. 12, pp. 35–40.
26. Patral A. V. Format znakov v kachestve shtrikh-koda [A format of signs as a barcode]. *Noveyschie tendentsii v nauke i obrazovanii : sbornik statey po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [The latest trends in science and education : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference], 2017, pp. 42–49.
27. *Rabota s kodirovaniem informatsii. Uchebno – metodicheskiy kompleks «Elektronnyy uchebnik»* [Work with data coding. Learning and methodical complex "Electronic Textbook"]. Available at: <http://main.tpkelbook.com/pre020.php?lc=0&pc=2&spn=%D0%9B%D0%9F%D0%97%20%E2%84%9617.%20%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%D1%81%20%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8&sid=41&qsid=40&apl=293&lst=0&stid=&grupID=> (accessed 07.11.2018).
28. Saitov N. Zh., Sharshenbaeva A. K. Povyshenie effektivnosti priemnoy kampanii vuzov s vnedreniem skanera shtrikh-koda [Increase in efficiency of a receiving campaign of higher education institutions with implementation of the scanner of a barcode]. *Nauchnye issledovaniya v Kyrgyzskoy Respublike* [Scientific Research in the Kyrgyz Republic], 2013, no. 4, pp. 15–20.
29. Seriyyny kod transportnoy upakovki (SSCC) [Serial code of transport packaging (SSCC)]. *Mezhdunarodnaya Assotsiatsiya GSI Russia* [International Association GSI Russia]. Available at: <http://www.gslru.org/sscc/> (accessed 10.11.2018).
30. Tekhnologiya RFID [RFID technology]. *Informatsionnaya bezopasnost besprovodnykh system* [Information security of the wireless URL systems]. Available at: <https://radio-secure.ru/technology/rfid> (accessed 12.11.2018).
31. Unagaev S. Uchet kompyuterov s pomoshchyu shtrikh-kodov [Accounting of computers by means of barcodes]. *Sistemnyy administrator* [The System Administrator], 2010, no. 10 (95), pp. 38–39.
32. *Shnyder V. Zashchitnyy element so shtrikhkodom v vide vodyanogo znaka* [A protective element with the barcode in the form of the watermark]. Patent na izobrenenie [The Patent for the invention] RUS 2337011 24.03.2003.
33. *Shtrikhkodirovanie. RosKod: natsionalnaya sistema shtrikh- kodirovaniya* [Roskod: a national system a stroke codings]. Available at: <http://roskod.ru/shtrikhkodirovanie/ean-13-kody/> (accessed 05.11.2018).
34. *Shtrikhkody standarta EAN-8. Cognex. Mashinnoe zrenie i Schityvateli shtrikhkodov* [Barcodes of EAN-8 Standard. Cognex. Machine vision and Readers of barcodes]. Available at: <https://www.cognex.com/ru-ru/resources/symbolologies/1-d-linear-barcodes/ean-8-barcodes> (accessed 07.11.2018).
35. *GSI-128 simbolika. Mezhdunarodnaya Assotsiatsiya GSI Russia* [GSI-128 symbolics. International Association GSI Russia]. Available at: <http://www.gslru.org/gsl128/> (accessed 10.11.2018).
36. *ITF-14 simboliki. Mezhdunarodnaya Assotsiatsiya GSI Russia* [Symbolics ITF-14. International Association GSI Russia]. Available at: <http://www.gslru.org/itf14/> (accessed 10.11.2018).
37. Kukharev G., Matveev Yu., Shchegoleva N. Barcode generation for face images [Barcode generation for face images]. *Biznes-informatika* [Business-informatics], 2014, no. 3 (29), pp. 28–39.
38. Conversion of invisible metal-organic frameworks to luminescent perovskite nanocrystals for confidential information encryption and decryption [Conversion of invisible metal-organic frameworks to luminescent perovskite nanocrystals for confidential information encryption and decryption]. *Nature Communications* [Nature Communications]. Available at: <https://www.nature.com/articles/s41467-017-01248-2> (accessed 12.11.2018).
39. Kvachov V. P., Kukhar R. B., Cleyko O., Kravets S. M. Osoblivosti shtrikhkodovoï identifikatsii stad ptitsi zasobami informatsiy nykh tekhnologiy [Features of shtrikhkod identification of herds of a bird by means of information technologies]. *Naukoviy visnik Lvivskogo natsionalnogo universitetu veterinarnoï meditsini ta biotekhnologiy imeni S.Z. Izhitskogo* [The Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named by S.Z. Izhitsky], 2010, vol. 12, no. 3–5 (45), pp. 120–123.
40. Roger C. Palmer. *The Bar Code Book: A Comprehensive Guide To Reading, Printing, Specifying, Evaluating, And Using Bar Code and Other Machine-Readable Symbols*. Fifth Edition. Indiana, Trafford Publishing, 2007. 470 p.
41. TBarCode Office – Microsoft Excel Barcode Add-In. Available at: <https://www.tec-it.com/en/software/barcode-software/office/excel/Default.aspx> (accessed 11.11.2018).
42. UPC-a symbology. Barcode Island [UPC-A Symbology. Barcode Island]. Available at: <http://www.barcodeisland.com/upce.phtml> (accessed 11.11.2018).
43. What's The Difference Between a HiCo & LoCo Magnetic Stripe Card? [What's The Difference Between a HiCo & LoCo Magnetic Stripe Card?] (ID Wholesaler. Top ID Badge Printer & ID Badge Products Retailer). Available at: <https://www.idwholesaler.com/learning-center/magnetic-stripe-card-coercivity/> (accessed 12.11.2018).
44. Brumshstein Yu. M. Information about Software Tools: Structure, Sources, and Contents [Information about Software Tools: Structure, Sources, and Contents]. *Scientific and Technical Information Processing* [Information Processing], 2017, vol. 44, no. 2, pp. 75–86. (DOI: 10.3103/S0147688217020034).