

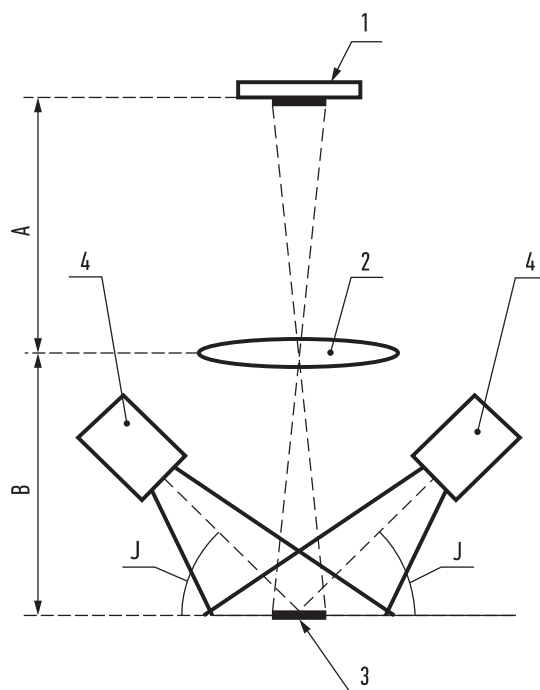
ВЕРИФИКАЦИЯ В ПОЛИГРАФИИ: ТОЧКИ НАД «i»

ВИТАЛИЙ МИШИН

Работая на рынке разработки и поставки решений для государственной системы маркировки разных видов товаров, мы наблюдаем значительные расхождения в понимании вопросов верификации качества печати уникальных номеров продукции. Причем разное отношение к этому наблюдается как на стороне потребителей, так и на стороне поставщиков решений для маркировки.

После внесения в нормативные документы типографского способа печати средств идентификации (уникальных номеров) продукции и успешно проведенного эксперимента по печати уникальных номеров на производимой в типографиях упаковке вопрос верификации стал актуальным и для полиграфического производства. В рамках данной статьи мы попробуем расставить все точки над «i» и разобраться, что же можно считать полноценной верификацией.

РИС. 1. ▼
Базовая оптическая схема (вид сбоку):
1 — светочувствительный элемент; 2 — объектив с увеличением 1:1;
3 — зона контроля;
4 — источник освещения;
θ — угол падения светового пучка к плоскости символа (по умолчанию 45°, допускается 30°, при диффузном излучении — 90°)



В связи с введением единой национальной системы маркировки Федеральным законом от 31.12.2017 № 487-ФЗ возникла необходимость проверки качества печати средств идентификации в соответствии с государственными стандартами. Средство идентификации присваивается каждой единице продукции, подлежащей обязательной маркировке: по нему осуществляется

ее прослеживание на протяжении всего пути от производителя (или импортера) до потребителя.

Средство идентификации наносится в виде двумерного штрихового кода Data Matrix, формат и состав данных которого зависят от товарной категории. Например, код маркировки табачной продукции должен содержать минимальную розничную цену, а код молочной продукции — дату выпуска и срок годности. При этом требования к качеству печати средства идентификации в большинстве случаев одинаковы для всех товарных категорий:

- нанесение печатью с использованием метода коррекции ошибок ECC-200 в соответствии с требованиями национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р ИСО/МЭК 16022-2008 «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики Data Matrix»;
- использование кодирования ASCI на основе национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р ИСО/МЭК 16022-2008 «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики Data Matrix».

В методических рекомендациях для каждой товарной группы дополнительно содержится еще одно требование: нанесение с уровнем класса качества С или выше в соответствии

со стандартом ИСО 15415 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 15415-2012).

Процесс определения класса качества (грейда) называется верификацией. Она выполняется специализированными устройствами — верификаторами, которые присваивают коду общий грейд на основе измерений нескольких параметров, оказывающих влияние на способность считывателей идентифицировать и декодировать код.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15415-2012 строго регламентирует оптическую схему и параметры устройств для верификации.

Согласно стандарту осветитель, применяемый в процессе верификации, должен состоять из четырех источников освещения, размещенных через 90° по кругу. Световой пучок должен падать на центр зоны контроля под углом 45° к ее плоскости. При этом важно соблюдать равномерность освещения в пределах зоны контроля.

Двумерные матричные коды сканируют при различных вариантах освещения, как правило, используя белый свет. В некоторых ручных устройствах считывания применяют освещение в красной части видимой области спектра.

Оптическая ось датчика (камеры и т. п.) должна быть перпендикулярна зоне контроля и проходить через ее центр (рис. 1). Зона контроля должна включать сам код и прилегающие к нему свободные зоны. При этом центр области проверки должен быть как можно ближе к центру зоны контроля. Важно следить за тем, чтобы изображение кода всегда было в фокусе.

Измерительная апертура обычно указывается в спецификации по применению исходя из размера кода и требований к условиям сканирования. Размер апертуры должен быть указан в отчете о проведенных испытаниях наряду с классом символа и характеристикой излучения — с целью обозначения условий, при которых проводились измерения.

Эффективная разрешающая способность должна быть достаточной для того, чтобы результаты оценки параметров были постоянными независимо от поворота кода. В базовой оптической схеме эффективная разрешающая способность должна быть не менее десяти пикселей по ширине и высоте модуля.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРЕЙДА

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15415-2012 устанавливает количественную основу для представления классов качества по нисходящей шкале с обозначением от 4 до 0, где 4 соответствует наивысшему классу качества.

Класс качества определяется путем анализа нескольких параметров изображения. Классы отдельных параметров могут быть также представлены по эквивалентной шкале с буквенными обозначениями классов от А до F, где F — класс качества, соответствующий браку (рис. 2).

Если сканирование показало, что средство идентификации имеет несоответствующий формат, то полный класс качества кода, независимо от отдельных параметров оценки, равен 0. В противном случае полный класс качества равен наименьшему из классов качества отдельных параметров.

В табл. 1 приведены параметры, по которым выполняется оценка грейда кода, и возможные причины низких значений классов или брака для указанных параметров.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕЧАТИ КОДА

Во многих решениях для оценки качества печати применяются считыватели кодов или камеры машинного зрения. При этом анализ параметров для определения грейда выполняется с помощью специализированного программного обеспечения, интегрированного в само устройство чтения кодов или устанавливаемого на ПК. Наиболее распространенным алгоритмом оценки качества печати кодов являются метрики контроля процессов (PCM). Данный — безусловно, полезный — инструмент не позволяет выполнить полноценную верификацию. Хотя он проверяет те же параметры качества, что и верификатор, но результаты на выходе уникальны для конкретных установок считывателя, в первую очередь для подсветки. Метрики контроля процессов настраиваются под определенный процесс, при этом некоторые параметры могут быть пропущены или модифицированы, то есть вполне могут отклоняться от стандартов. Верификатор же, в свою очередь, проверяет все параметры качества, использует специфическую настройку подсветки и требует регулярной калибровки, что обеспечивает очень высокую точность оценки.

Недавно компания Cognex анонсировала возможность обновления некоторых считывателей кода новым инструментом — классификацией на основе стандартов (SBG). Этот инструмент позволяет осуществлять дополнительные проверки качества печати кодов. Однако считыватели с функцией SBG все равно не являются полноценными верификаторами.

Ключевые особенности верификатора по сравнению с другим оборудованием для оценки качества печати кодов:

- Имеет встроенную калибровку.
- Подсветка верификатора выполнена по стандартам ISO29158 (AIMDPM), ISO15415 или ISO15416. В формируемом отчете о верификации содержится

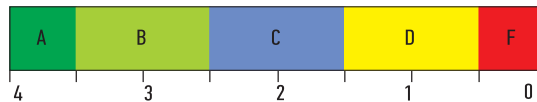


РИС. 2. ▲
Соотношение буквенных и цифровых обозначений полных классов качества



РИС. 3. ►
Код с плохим контрастом элементов



РИС. 4. ►
Код с плохой модуляцией, вызванной нерегулярными темными областями



РИС. 5. ►
Повреждение фиксированного шаблона

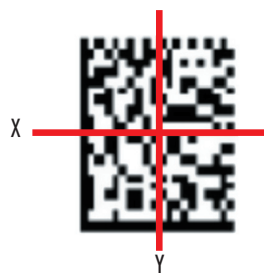


РИС. 6. ►
Проблема осевой неоднородности

РИС. 7. ▼
Проблема неравномерности сетки

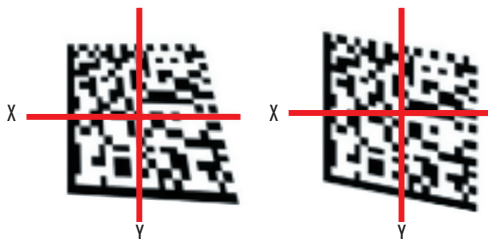


РИС. 8. ◀
Слишком большой рост печати



РИС. 9. ►
Потеря печати



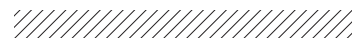


ТАБЛИЦА 1. ОЦЕНКА ГРЕЙДА КОДА

Параметр	Описание	Возможные причины снижения качества
Декодирование	Возможность декодировать код с помощью стандартного алгоритма	Программные ошибки системы печати
Контраст символов	Разница между значениями самых светлых и темных элементов, а также между «свободной» зоной и элементами периметра (рис. 3)	<ul style="list-style-type: none"> Низкие значения коэффициента отражения подложки или светлых модулей, обусловленные следующими факторами: <ul style="list-style-type: none"> – несоответствующая подложка, например голубая бумага при освещении в красной области спектра; – глянцевое покрытие. Высокие значения коэффициентов отражения темных модулей, обусловленные следующими факторами: <ul style="list-style-type: none"> – низкое поглощение падающего светового излучения краской для печати (несоответствие фактуры/цвета); – недостаточное покрытие краской при печати (например, отсутствие перекрытия точек в точечном рисунке); – неподходящий угол освещения
Модуляция	Однородность светлых и темных элементов по всему коду (рис. 4)	<ul style="list-style-type: none"> Приращение/сокращение при печати. Слишком большой размер измерительной апертуры. Неравномерность коэффициента отражения подложки. Неравномерность нанесения краски при печати. Просвечивание (краски или подложки).
Повреждения фиксированных шаблонов	Любое повреждение шаблона, «свободной» зоны и направляющих кода (рис. 5)	<ul style="list-style-type: none"> Пятна краски или другие темные следы на подложке. Пропуски в печатных областях. Неисправность элементов печатающей головки или ошибки настройки печати. Слишком большой размер измерительной апертуры
Осевая неоднородность	Отклонение по основным осям элементов кода (рис. 6)	<ul style="list-style-type: none"> Несоответствие скорости печати размерам символов. Программные ошибки при печати. Ось верификатора не перпендикулярна плоскости кода
Неоднородность сетки	Отклонение ячейки кода от сетки теоретически идеального кода (рис. 7)	<ul style="list-style-type: none"> Проблемы со скоростью печати (ускорения, замедления, вибрация или проскальзывание). Переменное расстояние между печатающей головкой и поверхностью печати. Ось верификатора не перпендикулярна плоскости кода
Уровень печати	Отклонение фактического размера элемента от предполагаемого из-за проблем с печатью (рис. 8, 9)	<ul style="list-style-type: none"> Покрытие с несоответствующей абсорбцией краски. Нарушение размера точки. Неправильные настройки термопечатающей головки
Неиспользованная коррекция ошибок	Количество доступных исправлений ошибок в коде	<ul style="list-style-type: none"> Физическое повреждение (образование царапин, обрыв, стирание). Битовые ошибки из-за дефектов печати. Избыточное приращение при печати по одной из двух осей. Локальная деформация. Смещение модулей

ТАБЛИЦА 2. УСТРОЙСТВА И ИНСТРУМЕНТЫ COGNEX ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕЧАТИ КОДОВ

Функция	Считыватель	PCM (оценка грейда)	SBG	Верификация
				
Считывание кода	+	+	+	+
Валидация данных	+	+	+	+
Оценка качества кода		+	+	+
Оценка параметров по ISO		Частично	+	+
Калибровка			+	+
Расширенная диагностика кода			+	+
Эталонный алгоритм декодирования ISO			+	+
Фиксированный угол освещения				+
Полное соответствие стандарту ISO				+

информация о типе использованной подсветки и углах падения светового пучка к плоскости кода.

- Генерирует отчет, присваивающий кодам не только грейд, но и оптическую характеристику, включающую угол подсветки, длину световой волны и размер диафрагмы.
- Проверяет корректность форматирования данных в коде.
- Выдает воспроизводимые результаты.

В табл. 2 представлены возможности разных устройств и инструментов, используемых для оценки качества печати кодов.

Верификаторы, в отличие от считывателей с инструментами РСМ или SBG, выдают абсолютную оценку качества маркировки в соответствии с отраслевыми стандартами качества. Верификаторы полностью гарантируют правильность полученной оценки, поскольку нормализуют все условия при анализе изображения кода.

Следует понимать, что процесс верификации сильно отличается

от простого считывания. Верификатору требуется больше времени на анализ кода и выдачу данных, чем считывателю. Для поддержания скорости производства многие производители верифицируют только выборочные коды в любой партии либо делают это в лаборатории. Анализ образцов определяется внутренними требованиями контроля качества производителя.

Подавляющее большинство верификаторов, представленных на рынке, способно выполнять лишь выборочную проверку образцов при статических испытаниях. Произвести верификацию непосредственно на производственной линии стало возможно после выхода нового продукта компании Cognex — DataMan 475V, который позволяет осуществлять полноценную верификацию кодов со скоростью до 10 кодов/с (в случае с 2D-кодами) при максимальной скорости линии 1,1 м/с.

Тем не менее возможностей данного верификатора может быть недостаточно в условиях высоко-

скоростных широкоформатных типографических производственных линий. Для таких случаев компания «Малленом Системс» предлагает использовать решение с применением инструмента РСМ (или SBG, где это возможно) непосредственно на линии и с выборочной верификацией продукции на выходе. По оценке технических специалистов «Малленом Системс», значения грейда кода, полученные в результате использования инструмента РСМ в оборудовании и программном обеспечении Cognex, в большинстве случаев совпадают или незначительно (на 1 уровень) отличаются от значений, полученных в результате верификации на выходе. Таким образом, использование данного решения позволит значительно снизить уровень брака непосредственно в процессе производства и уменьшить число претензий со стороны потребителей. При необходимости в решение можно добавить дополнительные функции, например контроль дубликатов кодов. ●