ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72502.1— 2026 (ИСО/МЭК 29794-1:2024)

Информационные технологии

БИОМЕТРИЯ

Качество биометрического образца

Часть 1

Структура

(ISO/IEC 29794-1:2024, Information technology — Biometric sample quality — Part 1: Framework, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации») и Некоммерческим партнерством «Русское общество содействия развитию биометрических технологий, систем и коммуникаций» (Некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество») на основе собственного перевода англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 098 «Биометрия и биомониторинг»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 января 2026 г. № 62-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО/МЭК 29794-1:2024 «Информационные технологии. Качество биометрического образца. Часть 1. Структура» (ISO/IEC 29794-1:2024 «Information technology — Biometric sample quality — Part 1: Framework», MOD) путем изменения ссылок, исключения отдельных положений, которые дублируются по тексту стандарта, дополнения обозначений и сокращений, которые выделены в тексте курсивом, а также путем исключения из библиографии информации о документах, ссылки на которые не использованы при изложении настоящего стандарта.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО/МЭК 29794-1—2018

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующие информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2024
© IEC, 2024
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 3
5 Соответствие 3
6 Критерии качества биометрического образца 3
6.1 Базовая модель 3
6.2 Элементы качества: качество источника, точность, полезность 4
6.3 Практическая значимость данных о качестве 5
7 Структура записи данных о качестве 8
7.1 Общие положения 8
7.2 XML-кодирование 10
8 Обмен результатами работы алгоритмов оценки качества 10
9 Нормализация показателей качества 11
10 Парное качество 11
11 Оценка 12
11.1 Общие положения 12
11.2 Вероятность ложного несовпадения по коэффициенту отбраковки 12
11.3 Вероятность ложного совпадения по коэффициенту отбраковки 13
11.4 КОО по коэффициенту отбраковки 15
11.5 Коэффициент принятия и коэффициент отбраковки биометрического образца 15
Приложение А (справочное) Пример кодирования блока качества биометрического образца 16
Приложение В (справочное) Пример стандартизованного обмена результатами работы алгоритмов оценки качества 17
Приложение С (справочное) Процедуры для объединения показателей качества, основанных на полезности 19
Приложение D (справочное) Пример кода для вычисления эксплуатационных характеристик прогнозирования полезности 21
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 23
Библиография 24

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Информационные технологии

БИОМЕТРИЯ

Качество биометрического образца

Часть 1

Структура

Information technology. Biometrics. Biometric sample quality. Part 1. Framework

Дата введения — 2026—06—01

1 Область применения

В настоящем стандарте для всех типов биометрических образцов установлены:

- термины и определения, необходимые для определения и оценки качества;
- назначение и методы интерпретации показателей качества биометрических образцов;
- кодирование записи данных о качестве в форматах обмена биометрическими данными;
- методы разработки наборов данных о биометрических образцах для нормализации показателей качества;
- формат для обмена результатами работы алгоритмов оценки качества;
- методы объединения показателей качества.

Требования настоящего стандарта не распространяются:

- на определение минимальных требований к показателям качества биометрического образца, компонента или системы;
- определение эксплуатационных характеристик алгоритмов оценки качества;
- стандартизацию алгоритмов оценки качества.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ ISO/IEC 2382-37 Информационные технологии. Словарь. Часть 37. Биометрия

ГОСТ Р 54411/ISO/IEC TR 24722:2015 Информационные технологии. Биометрия. Мультимодальные и другие мультибиометрические технологии

ГОСТ Р 58624.1 (ИСО/МЭК 30107-1:2016) Информационные технологии. Биометрия. Обнаружение атаки на биометрическое предъявление. Часть 1. Структура

ГОСТ Р 58668.3 (ИСО/МЭК 39794-5:2019) Информационные технологии (ИТ). Биометрия. Расширяемые форматы обмена биометрическими данными. Часть 3. Данные изображения лица

ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-1 Информационные технологии. Биометрия. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 1. Структура

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом

Издание официальное

утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ ISO/IEC 2382-37 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **точность сбора данных** (acquisition fidelity): Точность параметров биометрического образца, обусловленная процессом сбора биометрических данных.

3.2 **качество (биометрического) источника** (biometric character): Фактор, влияющий на качество биометрического образца, связанный с особенностями биометрического источника.

3.3 **(биометрическая) полезность** (biometric utility): Степень, в которой биометрический образец поддерживает эксплуатационные характеристики биометрического распознавания.

Примечание — Качество биометрического источника и точность сбора данных влияют на биометрическую полезность.

3.4 **окружающая среда** (environment): Окружающая обстановка и условия, в которых проводят сбор биометрических данных.

Пример — Условия освещенности и температуры, квалификация оператора и степень его содействия процессу биометрической регистрации являются примерами факторов окружающей среды.

3.5 **вероятность ложного несовпадения по коэффициенту отбраковки;** ВЛНС-КО (false non-match error versus discard characteristic; FNM-EDC): Метод оценки эффективности алгоритмов оценки качества путем количественной оценки того, насколько эффективно отбраковка образцов с низкими показателями качества приводит к снижению частоты ложных несовпадений.

Примечание — Вероятность ложного несовпадения по коэффициенту отбраковки представляет собой графическое представление эксплуатационных характеристик алгоритмов оценки качества, отображающее зависимость частоты ложных несовпадений при фиксированном пороге принятия решения от процента отбракованных биометрических контрольных шаблонов и биометрических проб низкого качества.

3.6 **вероятность ложного совпадения по коэффициенту отбраковки;** ВЛС-КО (false match error versus discard characteristic; FM-EDC): Метод оценки эффективности алгоритмов оценки качества путем количественной оценки того, насколько эффективно отбраковка образцов с низкими показателями качества приводит к снижению частоты ложных совпадений.

Примечание — Вероятность ложного совпадения по коэффициенту отбраковки представляет собой графическое представление эксплуатационных характеристик алгоритмов оценки качества, отображающее зависимость частоты ложных совпадений при фиксированном пороге принятия решения от процента отбракованных биометрических контрольных шаблонов и биометрических проб низкого качества.

3.7 **точность извлечения данных** (extraction fidelity): Элемент точности биометрического образца, обусловленный процессом извлечения биометрических признаков.

3.8 **точность** (fidelity): Степень соответствия биометрического образца биометрической характеристике источника.

Примечание — Точность биометрического образца включает в себя элементы, присущие одному или нескольким этапам обработки: сбор биометрических данных, извлечение биометрических признаков, обработка сигнала.

3.9 **интерпретация** (interpretation): Процесс анализа показателя качества совместно с иными данными с целью придания этому показателю контекстно-зависимого смыслового содержания.

3.10 **собственная мера качества** (native quality measure): Выходные данные алгоритма оценки качества без ограничений на формат и/или диапазон значений.

3.11 **эксплуатационные характеристики** (performance): Оценка вероятности ложного совпадения (ВЛС), вероятности ложного несовпадения (ВЛНС), вероятности отказа биометрической регистрации (ВОР) и вероятности отказа получения биометрических данных (ВОПБД).

3.12 **качество** (quality): Степень, в которой биометрический образец отвечает определенным требованиям целевого приложения.

Примечание — Определенные требования могут быть предъявлены к таким аспектам качества, как фокус, разрешение и так далее. Неявно выраженные требования к качеству относятся к вероятности получения правильного результата сравнения.

3.13 **алгоритм оценки качества** (quality assessment algorithm): Алгоритм для вычисления меры качества.

3.14 **компонент качества** (quality component): Измерение биометрического образца, которое используется для вычисления комплексного показателя качества.

3.15 **мера качества** (quality measure): Показатель качества или компонент качества.

3.16 **показатель качества** (quality score): Количественное выражение качества.

3.17 **нормализация показателя качества** (quality score normalization): Преобразование показателя качества для согласования масштаба и облегчения интерпретации.

3.18 **набор данных для нормализации показателя качества;** НДНПК (quality score normalization dataset; QSND): Набор данных биометрических образцов с информацией о соответствующих показателях качества, используемый для нормализации показателей качества.

Примечание — Целевые показатели качества могут быть установлены на основе полученных эксплуатационных характеристик биометрической системы при помощи рассматриваемого биометрического образца или могут быть основаны на факторах качества, записанных при составлении блока данных.

3.19 **процентильный ранг показателя качества;** ПРПК (quality score percentile rank; QSPR)**:** Процентильный ранг показателя качества биометрического образца, полученный из собственного показателя и показателей иных биометрических образцов в определенном контрольном наборе данных.

Примечание — См. НДНПК (3.18).

3.20 **необработанный показатель качества** (raw quality score): Показатель качества, который не был интерпретирован ни разработчиком, ни пользователем показателя качества и в действительности не способен самостоятельно предоставить контекстную информацию.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ББД — блок биометрических данных (biometric data block, BDB);

ЗБИ — запись биометрической информации (biometric information record, BIR);

ИАОК — идентификатор алгоритма оценки качества (quality algorithm identification, QAID);

ИРАОК — идентификатор разработчика алгоритма оценки качества (quality algorithm vendor identifier, QVID);

КОО — компромиссное определение ошибки (detection error trade-off; DET);

CDF — кумулятивная функция распределения (cumulative distribution function);

FERET — база данных для технологии распознавания лица (facial recognition technology database).

5 Соответствие

Запись данных о качестве биометрического образца удовлетворяет требованиям настоящего стандарта, если ее структура и значения данных соответствуют требованиям раздела 7 к формату данных.

6 Критерии качества биометрического образца

6.1 Базовая модель

Термин «качество» в биометрии применяют для описания нескольких различных свойств биометрического образца, которые вносят вклад в обобщенные эксплуатационные характеристики биометрической системы. В целях стандартизации в настоящем стандарте установлены термины, определения и базовая модель для определения различий между аспектами качества, представленными на рисунке 1. На рисунке 2 показана взаимосвязь между качеством источника, точностью, качеством, полезностью и эксплуатационными характеристиками биометрической системы. Полезность отражает воздействие качества единичного биометрического образца на эксплуатационные характеристики биометрической системы.

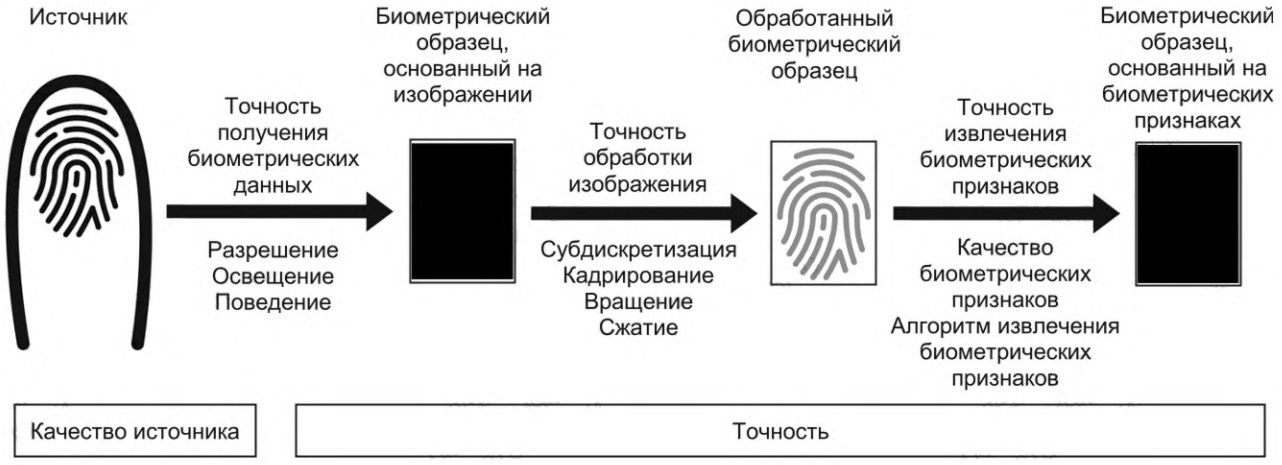

Рисунок 1 — Базовая модель качества

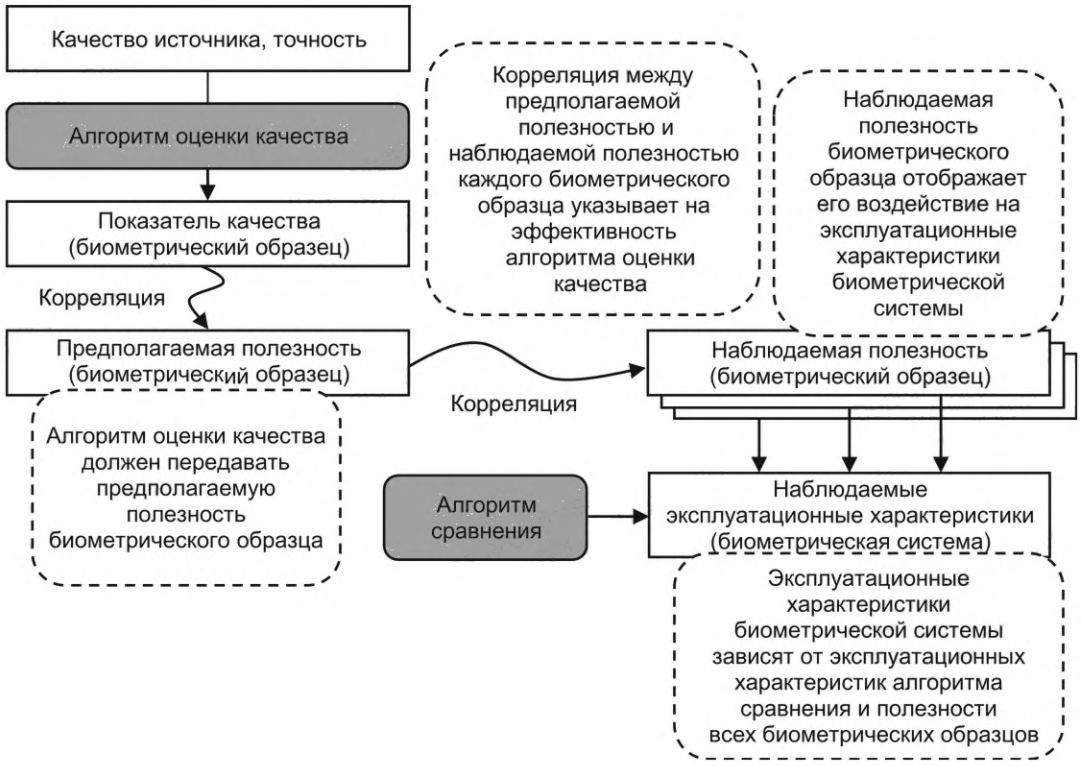

Рисунок 2 — Взаимосвязь между качеством и эксплуатационными характеристиками биометрической системы

6.2 Элементы качества: качество источника, точность, полезность

Термин «качество» в том виде, в котором он в настоящее время применяется в области биометрии, имеет несколько дополнительных значений, зависящих от контекста. Ниже представлено субъективное определение трех наиболее распространенных значений:

a) качество источника биометрического образца. Выражение качества, основанное на присущих характеристиках источника, от которого получен биометрический образец. Например, низкое качество источника изображения отпечатка пальца в случае наличия пореза на пальце; низкое качество источника изображения радужной оболочки глаза в случае блефароптоза (опущение верхнего века);

b) точность воспроизведения биометрическим образцом источника, от которого он был получен. Выражение качества, основанное на точности, отражает степень схожести биометрического образца и его источника. Точность биометрического образца состоит из нескольких элементов точности, представленных разными процессами;

c) полезность биометрического образца в рамках биометрической системы. Выражение качества, основанное на полезности, отражает предполагаемый положительный или отрицательный вклад отдельного биометрического образца в обобщенные эксплуатационные характеристики биометрической системы. Качество, основанное на полезности, зависит как от качества источника биометрического образца, так и от его точности. Оценка качества, основанного на полезности, используется для того, чтобы сделать эксплуатационные характеристики биометрической системы более предсказуемыми, например, в отношении ВЛС, ВЛНС, ВОР и ВОПБД, чем при оценке качества, основанного только на качестве источника или точности (см. таблицу 1).

Термин «качество» не следует применять исключительно к параметрам получения биометрического образца, например, разрешение изображения, размер в пикселях, глубина цвета и глубина цвета в градациях серого или количество признаков. Однако данные факторы могут оказать влияние на полезность биометрического образца и обобщенный показатель качества.

Качество источника и полезность полученного биометрического образца зависят от тех признаков, которые используются компаратором. Например, у одного и того же изображения пальца может быть низкое качество источника и полезность, если используется распознавание минуций (вследствие слишком малого количества минуций), но высокое качество источника и полезность, если используется распознавание по спектральным данным изображения отпечатка пальца.

Таблица 1 — Взаимосвязь между точностью, полезностью и качеством источника

Качество источника	Точность	
	Низкая	Высокая
Низкое	Низкая точность и низкое качество источника приводят к низкому уровню полезности. Увеличение полезности достигается путем повторного сбора биометрических данных. По возможности рекомендуется использование других биометрических характеристик	Высокая точность и низкое качество источника приводят к низкому уровню полезности. Повторный сбор биометрических данных не приведет к увеличению полезности. Рекомендуется использование других биометрических характеристик
Высокое	Биометрические образцы с высоким качеством источника и низкой точностью, как правило, свидетельствуют о низкой полезности. Увеличение полезности достигается путем повторного сбора биометрических данных или использования методов повышения качества изображения	Биометрические образцы с высоким качеством источника и высокой точностью свидетельствуют о том, что полученный биометрический образец является пригодным, то есть он обладает высокой полезностью

6.3 Практическая значимость данных о качестве

6.3.1 Общие положения

В настоящем стандарте термин «полезность» ограничивается эксплуатационными характеристиками автоматизированных систем для распознавания лиц на основе их биологических и поведенческих характеристик. Оценка полезности биометрических образцов и биометрических контрольных шаблонов для задачи медицинского обследования или судебно-медицинского применения выходит за рамки настоящего стандарта.

6.3.2 Оценка качества в режиме реального времени

Данные о качестве, поступающие в режиме реального времени, могут быть использованы оператором, автоматической системой или пользователем для улучшения среднего качества биометрических образцов, представленных при биометрической регистрации. Подобная обратная связь может выявлять качество биометрического образца, точность, полезность и возможность совершенствования биометрического образца. Таким образом, эксплуатационная эффективность и обобщенные эксплуатационные характеристики системы могут быть улучшены при содействии оператору или автоматической системе контроля качества в принятии решения о принятии биометрического образца, отклонении биометрического образца, повторном сборе биометрических данных, отказе получения биометрических данных или отказе биометрической регистрации. Данные о качестве могут быть сохранены для дальнейшего использования, например для принятия решения о том, нужно ли заменить зарегистрированный биометрический образец, когда будет получен следующий биометрический образец.

6.3.3 Применение в различных приложениях

Вследствие того, что возможно использование определенного биометрического образца в нескольких различных приложениях, данные о его качестве должны быть применимы ко всем этим приложениям. Это предполагает выполнение сравнений как «один к одному» (1:1), так и «один ко многим» (1:*N*) при помощи алгоритмов сравнения, предоставленных различными разработчиками, которые по-разному интерпретируют признаки биометрического образца и выдают различные результаты сравнения.

Проблема определения универсального стандарта качества состоит в выборе метрики, которую можно применять во всех приложениях, в которых используется конкретный биометрический образец, учитывая то, что метрики полезности в разных приложениях различаются. Таким образом, проблема определения единой метрики, которая бы достоверно передавала данные о полезности биометрического образца всем приложениям, в которых он может использоваться, является технической, что следует учитывать при разработке стандартов качества. Метрика качества (которая определяет эксплуатационные характеристики компаратора или группы компараторов), скорее всего, может быть разработана только для определения определенных режимов отказа сбора биометрических данных и чувствительности ограниченного количества биометрических систем. Возможно, стоит применять несколько метрик качества для того, чтобы сделать различные режимы отказа более предсказуемыми.

Вторая проблема состоит в том, что алгоритмы сравнения производят оценки на основе сравнения биометрического образца с биометрическим контрольным шаблоном и зависят от качества каждого из них. Если биометрический контрольный шаблон существует в форме агрегированного или усредненного образца, может возникнуть невозможность присвоения оценки качества такому шаблону.

Третья проблема состоит в том, что справочные базы данных обычно имеют явные и неявные ограничения, обусловленные политикой. Например, пустые изображения отпечатков пальцев обычно удаляются из базы данных отпечатков пальцев. Изображения лиц, используемые в качестве биометрических контрольных шаблонов, могут быть ограничены требованиями ГОСТ Р 58668.3. Модели распознавания говорящего могут быть разработаны с использованием определенного канала получения звука. Как следствие, оценки сходства, полученные в результате сравнения биометрических образцов с биометрическими контрольными шаблонами, будут зависеть от того, в какой степени база данных отражает политику сбора и хранения биометрических данных. В связи с этим при разработке алгоритма оценки качества необходимо как можно более полно и четко сформулировать предположения о процессе создания и хранения биометрических образцов. Например, один алгоритм оценки качества изображения лица может быть разработан для полноформатных фронтальных изображений лица, тогда как другой может быть разработан для изображений лица в естественных условиях.

Для пользователей данных о показателях качества крайне важно иметь возможность различать показатели, сгенерированные при использовании разных алгоритмов оценки качества и устройств сбора биометрических данных. Эти данные о показателях качества могут быть применены для настройки программного обеспечения сбора биометрических данных так, чтобы к показателям, сгенерированным разными алгоритмами, можно было бы применить разные пороги или классификации качества. Более того, имея возможность разграничивать показатели, сгенерированные разными алгоритмами, пользователь данных о показателях качества может выделить результаты, сгенерированные разными алгоритмами, и применить эти данные для оптимизации соответствующих порогов.

6.3.4 Использование данных о качестве как статистических данных об исследовании

Показатели качества могут быть использованы для отслеживания качества функционирования.

Примеры

1 Объединенные показатели качества могут быть сопоставлены с предварительно установленными граничными показателями или с функциональными требованиями. Информация об объединении показателей приведена в приложении С.

2 В том случае, если показатели качества сгенерированы при обработке биометрических образцов, собранных из многих источников или в течение различных периодов времени, они могут быть применены для распознавания отклоняющегося от нормы действия.

3 Если качество изображения лица определяют в отделе по выдаче водительских прав службы регистрации транспортных средств, то упорядоченный перечень объединенных показателей качества можно применять для выявления отделов, которые демонстрируют уровень качества ниже среднего, или для отслеживания тенденции за неделю или месяц.

6.3.5 Суммирование соответствующих статистик

Надежные показатели качества могут быть использованы для исследования пользователей и транзакций для накопления статистик, предоставляющих условные вероятности вида «если есть

биометрический образец с качеством *X*, полученный от пальца *A*, какова вероятность получения биометрического образца с качеством *Y* от пальца *A* (или пальца *B*)». С помощью данной информации система и/или операторы определяют, возможно ли получить биометрический образец с более высоким качеством при повторном сборе биометрических данных.

6.3.6 Улучшение контрольного набора данных

Соотнесение данных о качестве с биометрическим образцом, который должен быть внесен в контрольный набор данных, необходимо для поддержания и улучшения качества контрольного набора данных. Отслеживание данных о качестве биометрического образца может привести к обнаружению потенциального ухудшения подготовки оператора или выявлению ухудшения в эксплуатационных характеристиках устройств сбора биометрических данных. Отслеживание данных о качестве биометрического образца должно занимать существенную часть процесса функционирования биометрической системы. Данные о качестве также могут быть использованы для улучшения качества контрольного файла и, следовательно, эксплуатационных характеристик биометрической системы в целом. Улучшения могут быть проведены путем замены или дополнения, если возможно, сохраненной информации для того, чтобы иметь в распоряжении наиболее качественные данные из доступных. Как правило, решения о замене в системе связаны с характеристиками компаратора, осуществляющего обработку данных.

6.3.7 Выбор обработки на основе качества

Биометрические образцы могут быть обработаны по-разному в зависимости от значений показателей качества. В частности, данные низкого качества могут быть обработаны при помощи алгоритмов или пороговых значений, отличных от используемых для данных высокого качества.

Показатели качества не следует использовать для обнаружения атак на биометрическое предъявление. Для обнаружения атак на биометрическое предъявление следует применять специализированные методы (см. *ГОСТ Р 58624.1*).

6.3.8 Объединение, направленное на качество

При применении мультимодального биометрического слияния (см. *ГОСТ Р 54411*) или биометрического слияния с несколькими биометрическими образцами относительные качества образцов могут быть использованы для направления или дополнения процесса слияния.

В многоэкземплярной системе для каждого участвующего канала может быть определен вес на основе качества биометрического образца. Например, в системе распознавания отпечатков пальцев по десяти отпечаткам можно ожидать наименьший вес для мизинца.

6.3.9 Обмен данными о качестве между несопоставимыми системами

Стандартизированный обмен данными о качестве между несопоставимыми системами применяют для сохранения способности взаимозаменяемости локальных или удаленных компонентов аппаратного или программного обеспечения систем и для сохранения целостности данных о качестве в случае подобной замены.

Например, при применении стандартизированного обмена данными о качестве пользователям потребуется осуществить минимальную модификацию в случае замены компонента.

6.3.10 Сокращение вычислительной нагрузки с использованием показателей качества

В полнокомплектной биометрической системе биометрической идентификации поиск среди ближайших показателей качества может сократить вычислительную нагрузку и время транзакции. Изменчивость показателей качества, демонстрируемых по различным типам биометрических характеристик (лицо, радужная оболочка глаза и отпечатки пальцев), может быть использована как преимущество для быстрой индексации. Таким образом, в зависимости от размера и свойств базы данных, пространство поиска может быть значительно сокращено для каждой биометрической характеристики в зависимости от вариации с точки зрения качества образца [*1*].

Примечание — При применении вышеописанного подхода следует иметь в виду, что возможные сбои используемого алгоритма оценки качества могут, напротив, отрицательно повлиять на общую точность распознавания.

6.3.11 Выбор лучшего из серии биометрических образцов

Показатели качества могут быть использованы для выбора лучшего биометрического образца из серии биометрических образцов субъекта биометрических данных. Эта операция полезна в том случае, когда принимающая подсистема ожидает один образец, а отправляющая подсистема должна принять решение, какой из нескольких собранных образцов передать.

7 Структура записи данных о качестве

7.1 Общие положения

7.1.1 Блок качества

Блок качества предназначен для обмена значениями мер качества. Структура блока качества показана на рисунке 3. Блок качества может быть использован для кодирования компонентов качества, специфичных для конкретной модальности (например, количество минуций на изображении отпечатка пальца, угол наклона лица и т. д.).

Если для биометрического образца сформировано более одной меры качества, следует использовать последовательность блоков качества.

В том случае, если оценка качества не осуществляется, блок качества отсутствует.

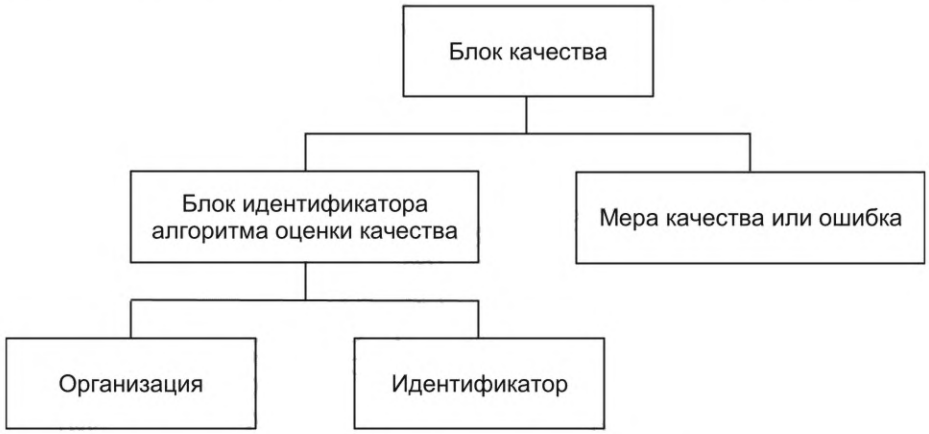

Рисунок 3 — Структура блока качества

7.1.2 Блок ИАОК

Блок ИАОК содержит последовательность двух целых чисел от 1 до 65 535.

Блок ИАОК предназначен для идентификации алгоритма оценки качества и состоит из двух элементов:

- идентификатора разработчика алгоритма оценки качества (ИРАОК);
- идентификатора алгоритма оценки качества (ИАОК).

ИРАОК указывает разработчика идентифицированного алгоритма оценки качества. ИАОК представляет собой один из идентификаторов алгоритма оценки качества, соответствующих данному ИРАОК. Версиям алгоритма оценки качества, которые выдают различные результаты, должны быть присвоены различные ИАОК для обеспечения уникальной идентификации.

Примечания

1 Крайне важно предоставить пользователю *ЗБИ* возможность различать показатели качества, сгенерированные разными алгоритмами оценки качества, и вносить при необходимости поправки в соответствии с отличиями в обработке и анализе. Использование совместно ИРАОК и ИАОК является удобным, но не позволяет решить все задачи стандартизации показателей качества. Применение ИРАОК и ИАОК не исключает, а дополняет дальнейшие работы по стандартизации универсального метода оценки показателя качества (то есть разработка показателя, который по своей природе заключает в себе некоторую степень нормализации).

2 В серии стандартов [*2*] указан стандартизированный метод расчета показателей качества, определенных в настоящем стандарте.

7.1.3 Мера качества (показатель или компонент качества) или ошибка

Данный блок содержит целое число от 0 до 100 или ошибку failureToAssess.

Мера качества представляет собой целое число от 0 до 100. Если результатом работы алгоритма оценки качества является число с плавающей точкой или число, выходящее за пределы диапазона от 0 до 100, для использования в блоке качества его следует масштабировать до диапазона от 0 до 100 и округлить до ближайшего целого числа.

Абстрактное значение failureToAssess указывает на неудачную попытку вычисления показателя качества.

Результатом работы алгоритма оценки качества должны быть показатели качества, определяющие такие эксплуатационные характеристики, как ложное совпадение или ложное несовпадение, в условиях определенной политики сбора биометрических данных.

Пример — Алгоритм оценки качества изображения лица может выдавать показатели качества, прогнозирующие эксплуатационные характеристики в сравнении с полными фронтальными изображениями лица.

Показатель качества представляет качество всего биометрического образца в целостном виде.

Показатель качества может состоять из нескольких компонентов качества.

Пример — Показатель качества изображения отпечатка пальца отражает, помимо прочих компонентов качества, четкость отпечатка пальца, однородность гребней и впадин, количество правильно идентифицированных минуций.

Более высокие значения показателя качества подразумевают более высокую биометрическую полезность. При этом более высокие значения компонентов качества не обязательно подразумевают более высокую биометрическую полезность.

Для контролирования эксплуатационных характеристик разработчику алгоритмов оценки качества следует создать показатели качества, с помощью которых можно моделировать известные режимы отказа или изменять чувствительность биометрического компаратора и алгоритмов обработки изображений или сигналов. В дальнейшем, для достижения некоторой степени общности показатель качества должен быть основан на наборе чувствительностей, которые были бы общими для систем определенного класса (например, компараторов минуций).

В тех случаях, когда в системе используются элементы, предоставленные несколькими разработчиками, при применении метода вычисления показателя качества следует учитывать все аспекты функционирования каждого используемого алгоритма.

Примечание — Сложно разработать единую меру качества, которая была бы универсальной, не зависела от разработчика и при этом надлежащим образом описывала эксплуатационные характеристики, поэтому может быть полезным применение более одного алгоритма оценки качества.

Преобразование данных, производимое прикладной системой, способно оказать воздействие на качество данных (например, субдискретизация или дальнейшее сжатие). Воздействие подобных преобразований на метрики качества данных может быть вычислено заново прикладной системой в соответствии с требованиями, представленным в настоящем стандарте. Каждый раз, когда биометрический образец подвергается преобразованию, качество преобразованного биометрического образца должно быть заново оценено и сопоставлено с преобразованным биометрическим образцом.

Пример — Во всей системе управления идентификацией биометрический образец может храниться в нескольких форматах (например, изображение отпечатка пальца с высоким разрешением может храниться централизованно, а биометрическое представление отпечатка пальца на основе минуций может храниться на смарт-карте).

Собственную меру качества можно масштабировать с использованием следующей формулы:

$$Q_{s,i} = \min\left(\max\left(0,\ 100\frac{Q_{n,i} - \min(Q_n)}{\max(Q_n) - \min(Q_n)}\right),\ 100\right), \quad (1)$$

где $Q_{s,i}$ — масштабированная мера качества для биометрического образца i;

$Q_{n,i}$ — собственная мера качества для биометрического образца i;

$\min(Q_n)$ — минимальное значение собственной меры качества;

$\max(Q_n)$ — максимальное значение собственной меры качества.

Значения $\min(Q_n)$ и $\max(Q_n)$ могут быть определены эмпирически.

Примечание — Линейный характер функции минимума-максимума позволяет точно оценить минимальные и максимальные наблюдаемые значения.

Другим вариантом масштабирования собственной меры качества до диапазона [0, 100] является сигмоидальная функция:

$$Q_{s,i} = \frac{1}{1 + e^{\frac{Q_{n,0} - Q_{n,i}}{w}}}, \quad (2)$$

где $Q_{s,i}$ — масштабированная мера качества для биометрического образца i;

$Q_{n,i}$ — собственная мера качества для биометрического образца i;

$Q_{n,0}$ — указатель точки перегиба;

w — наклон сигмоидальной функции.

Параметры $Q_{n,0}$ и w выбирает разработчик алгоритма оценки качества или оператор биометрической системы. На рисунке 4 показан график зависимости значений сигмоидальной функции $Q_{s,i}$ от значений собственной меры качества $Q_{n,i}$.

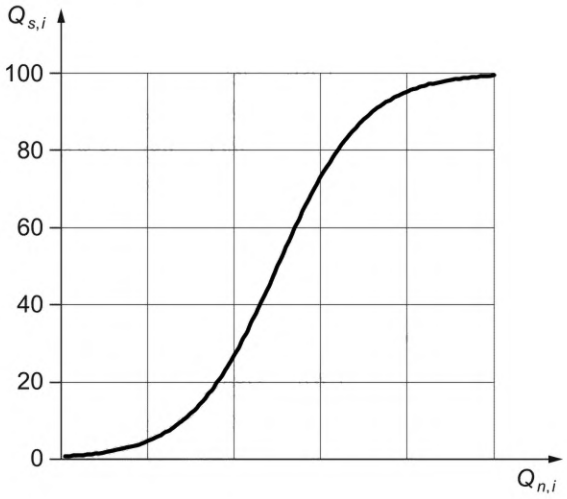

Рисунок 4 — Сигмоидальная функция

7.2 XML-кодирование

Пример XML-кодирования блока качества биометрического образца приведен в приложении А.

8 Обмен результатами работы алгоритмов оценки качества

Разработчики алгоритмов оценки качества должны иметь возможность предоставить биометрическому сообществу стандартизированные результаты работы своих алгоритмов оценки качества. С другой стороны, пользователи блоков биометрических данных, соответствующих одной из частей серии стандартов на биометрию (см. [*3*] и [*4*]), имеют возможность получить и обработать информацию так, чтобы оценить значение выходных данных этого алгоритма оценки качества при использовании. У данного подхода существуют следующие преимущества:

- разработчики и пользователи алгоритмов оценки качества имеют возможность извлекать пользу из технических усовершенствований, необходимых на начальной стадии распространения системы показателей качества;
- в некоторых приложениях произведенные обновления могут быть извлечены автоматически при наличии необходимой инфраструктуры;
- попытка оценки, связанная с идентификацией алгоритма оценки качества, перейдет обратно от пользователя или интегратора к разработчикам алгоритма оценки качества (которые в любом случае проводят оценку);
- со временем происходит развитие и совершенствование стандартизированных наборов тестов, так как:
- в интересах разработчика алгоритмов оценки качества использовать набор(ы) тестов, которым(и) пользуются пользователи;
- со временем потребность в новых наборах тестов отпадет, а применение подобных наборов тестов будет тщательно анализироваться биометрическим сообществом;
- совершенствование наборов тестов будет способствовать развитию НДНПК.

Для осуществления обмена необходимы:

a) ИРАОК;

b) ИАОК;

c) минимальное и максимальное теоретические значения выходных данных алгоритма оценки качества;

d) уникальное имя применяемого набора тестов (например, база данных «FERET- grayscale» в случае распознавания лица);

e) перечень биометрических образцов, которые были обработаны.

Каждый получает возможность публиковать новые наборы тестов (биометрические образцы совместно со схемой наименований).

Самоописываемый язык, например XML, будет использован для описания наборов данных и результатов оценки. Результаты оценки могут содержаться в основном реестре или на сайте разработчика (доступ к которому осуществляется посредством ссылки, размещенной в основном реестре).

Пример реализации с использованием языка XML приведен в приложении В.

9 Нормализация показателей качества

Нормализация данных о показателях качества — это процесс, при помощи которого данные о показателе качества обрабатываются пользователем с целью придания показателям качества локального контекста и значения, например для того, чтобы показатели качества, сгенерированные разными алгоритмами, имели одинаковое смысловое значение.

В результате работы алгоритма оценки качества биометрическому образцу присваивается необработанный показатель качества. В целях интерпретации необработанного показателя качества пользователю показателя качества необходимо иметь в своем распоряжении некоторую контекстную информацию о нем, которая предоставляется из следующих источников:

a) внешние источники в форме метаданных или автономных данных (например, стандарт), представляющие собой руководство пользователю по интерпретации показателя качества. Если показатель качества сопровождается идентификатором алгоритма, примененного для его генерации (то есть ИАОК), то программное обеспечение пользователя следует настроить для использования данных, предоставленных разработчиком (например, с помощью предложенных порогов) для наилучшей обработки биометрического образца. Также алгоритм может быть применен для осуществления анализа, в результате которого происходит полноценная оптимизация интерпретации показателей при наличии локальных приложений и данных. С помощью идентификации алгоритма показатели, созданные разными алгоритмами, могут быть дифференцированы таким образом, чтобы, например, к биометрическому образцу могли применяться разные пороги в зависимости от источника показателя качества;

b) внутренние источники в форме нормализированного показателя качества. Посредством нормализации данных о показателе качества предоставляется контекстная информация о показателе.

Применение ИАОК позволяет осуществлять заданное разработчиком масштабирование таким образом, что значения от 0 до 100 сопоставляются с другими показателями, указанными в настоящем стандарте. Например, пользователю файла будет предложено проанализировать степени взаимосвязи показателей качества с ВЛС и ВЛНС биометрических образцов, обработанных их компаратором. Результат может быть использован, например, для определения пороговых значений допуска. Данный метод обеспечивает пользователя информацией, которая необходима для интерпретации показателей в соответствии с условиями их эксплуатации и приложением пользователя и предоставляет возможность применять в одной и той же системе множество разных алгоритмов или версий алгоритмов.

С помощью НДНПК осуществляется представление соответствующей интерпретации показателей качества посредством нормализации показателей качества или ПРПК. ПРПК обеспечивает универсальное выражение и интерпретацию количественного показателя качества образца, которая состоит в том, что на выходе алгоритма оценки качества «*X*», обрабатывающего образец «*Y*», получают процентильный ранг качества «*Z*» по сравнению с данными в НДНПК. Перевод необработанных показателей качества в показатели процентильного ранга достигается путем обработки совокупности стандартизированных биометрических образцов алгоритмом оценки качества и попарного соединения всех возможных выходных необработанных показателей качества с показателями процентильного ранга.

10 Парное качество

Результаты сравнения формируются в результате сравнения биометрического образца с биометрическим контрольным шаблоном, с обоими из которых могут быть связаны соответствующие показатели качества. Полезность не следует рассматривать исключительно как функцию соответствия

биометрического образца или биометрического контрольного шаблона требованиям сбора биометрических данных. Следует разработать единый показатель качества, который отражает результат сравнения, вычисленный по паре участвующих в сравнении биометрическим образцов, и прогнозирует эксплуатационные характеристики биометрической системы. Назначение показателя парного качества может быть полезным для приложений, использующих динамические пороги распознавания, слияние уровней результатов сравнения или оценку алгоритмов оценки качества (см. раздел 11).

Рассмотрим биометрический образец, полученный от субъекта биометрических данных *i*, и биометрический контрольный шаблон, полученный от субъекта биометрических данных *j*. При этом рассматриваемые биометрический образец и биометрический контрольный шаблон являются представлениями одной и той же биометрической характеристики и модальности. Если *i* и *j* являются разными субъектами биометрических данных, а биометрический образец и биометрический контрольный шаблон представляют один и тот же биометрический экземпляр (например, один и тот же указательный палец), сравнение «непарное». Если *i* и *j* являются одним и тем же субъектом биометрических данных, а биометрический образец и биометрический контрольный шаблон представляют один и тот же биометрический экземпляр (например, один и тот же указательный палец), сравнение «парное». Качество биометрического образца равно $q_i^{(1)}$, а качество биометрического контрольного шаблона равно $q_j^{(2)}$. Соответствующий результат сравнения s_{ij} должен быть связан с единой мерой качества $Q(s_{ij})$. Для назначения единой меры качества применяется функция F по следующей формуле:

$$Q(s_{i,j}) \cong F(q_i^{(1)}, q_j^{(2)}). \quad (3)$$

Выбор функции парного качества F зависит от характеристик мер качества и их предполагаемого использования. Функция парного качества F также зависит от используемой биометрической модальности, и может включать минимальное, среднее, разность или другие отношения между мерами качества биометрического образца и биометрического контрольного шаблона. Подробная информация о расчете показателей качества для различных биометрических модальностей приведена в других частях серии [*2*].

В настоящем стандарте рассматривается случай, когда доступен только один результат сравнения для каждого *i* и *j*. При наличии нескольких биометрических образцов и биометрических контрольных шаблонов от субъектов биометрических данных *i* и *j* возможно получение нескольких значений $s_{i,j}$ для каждого *i* и *j*.

11 Оценка

11.1 Общие положения

В настоящем разделе приведено несколько методов вычисления эксплуатационных характеристик алгоритмов оценки качества. Эти методы основаны на оценке того, насколько точно показатели качества предсказывают эксплуатационные характеристики подсистемы биометрического распознавания.

Методы, описанные в настоящем разделе, можно применять независимо от соответствия биометрических контрольных шаблонов конкретным требованиям целевого приложения. В том случае, если оценка качества неприменима к биометрическим контрольным шаблонам, для оценки эксплуатационных характеристик алгоритмов оценки качества в соответствии с методами, описанными в настоящем разделе, следует использовать качество биометрического образца.

11.2 Вероятность ложного несовпадения по коэффициенту отбраковки

Одной из метрик для сравнительной оценки алгоритмов оценки качества биометрических образцов является кривая вероятности ложного несовпадения по коэффициенту отбраковки [*5*]. Эта характеристика показывает, насколько эффективно отбрасывание образцов с низкими показателями качества приводит к улучшению (т. е. снижению) частоты ложных несовпадений.

Рассмотрим следующий пример. Пусть s_{ii} — значение степени схожести, полученное в результате сравнения пары биометрических образцов одной и той же биометрической модальности одного и того же субъекта биометрических данных *i* с показателями качества $q_i^{(1)}$ и $q_i^{(2)}$. Предполагается, что значение комплексного показателя качества увеличивается с повышением качества образцов, поэтому для определения уровня приемлемого качества вводится порог качества u. Тогда набор данных образцов низкого качества $D(u)$ определяется по следующей формуле:

$$D(u) = \{ii: F(q_i^{(1)}, q_i^{(2)}) < u\}. \quad (4)$$

Функция парного качества F может быть настроена для наилучшего соответствия требованиям и ограничениям конкретного биометрического приложения. Как правило, показатели качества могут быть объединены с использованием $F(q_i^{(1)}, q_i^{(2)}) = \min(q_i^{(1)}, q_i^{(2)})$ из предположения, что образец более низкого качества приводит к более низким значениям степени схожести, или с использованием $F(q_i^{(1)}, q_i^{(2)}) = q_i^{(2)}$ из предположения, что биометрический контрольный шаблон может быть только высокого качества.

Вероятность ложного несовпадения вычисляется как доля результатов парного сравнения (например, результатов сравнения одного и того же пальца одного и того же субъекта), значения которых ниже некоторого порога t, от общего количества результатов парного сравнения для пар биометрических образцов, не входящих в набор данных $D(u)$. Значение порога t фиксировано, а порог качества u варьируется по области оценки качества, специфичной для алгоритма. Пример реализации приведен в приложении D. Вероятность ложного несовпадения может быть показана графически в виде функции процента отбракованных биометрических образцов [который зависит от порога качества u — см. формулу (4)] для порога t.

Если есть высокая корреляция между показателями качества и результатами парного сравнения, а при пороге t вероятность ложного несовпадения равна x, то отбрасывание x процентов биометрических образцов с самыми низкими показателями качества приведет к нулевой ошибке ложного несовпадения. Для хорошего алгоритма оценки качества вероятность ложного несовпадения быстро уменьшается с увеличением доли отбракованных образцов.

Результаты сравнения могут быть вычислены для двух или более образцов. Формула (4) не предназначена для вычисления вероятности ложного несовпадения по вероятности отбраковки на основе результатов сравнения более чем двух образцов.

На рисунке 5 показаны примеры кривых вероятности ложного несовпадения по вероятности отбраковки, построенных для двух значений порога, соответствующих вероятности ложного несовпадения 6 % и 8 %, для показателей качества, вычисленных с помощью программного обеспечения с открытым исходным кодом NFIQ 2 для сравнения минуций отпечатков пальцев (см. [*6*]—[*8*]) и базы данных отпечатков пальцев, собранной с помощью оптического сканера отпечатков пальцев (см. [*9*]).

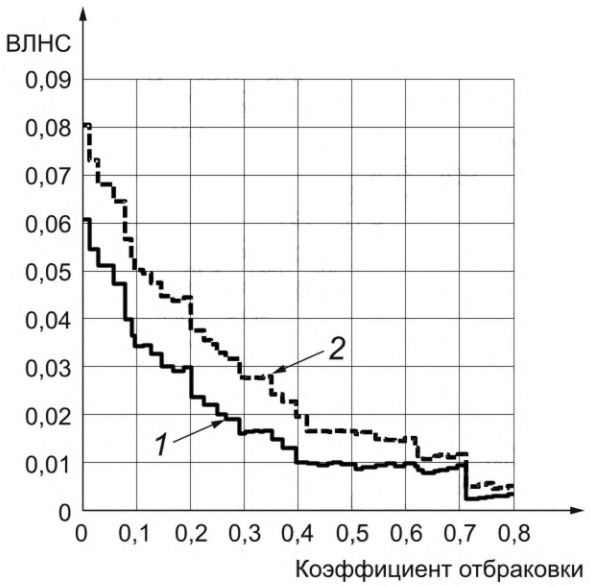

Рисунок 5 — Примеры кривых вероятности ложного несовпадения по коэффициенту отбраковки при значениях порога, установленных для значений ВЛНС 6 % (кривая 1) и 8 % (кривая 2)

11.3 Вероятность ложного совпадения по коэффициенту отбраковки

В случаях, когда наблюдается высокая частота ложного совпадения или когда конкретный алгоритм распознавания выдает высокие результаты степени схожести при непарном сравнении биометрических образцов низкого качества, может быть полезно оценить способность алгоритма оценки качества прогнозировать случаи ложного совпадения для конкретных биометрических образцов. Вероятность

ложного совпадения по коэффициенту отбраковки показывает, насколько эффективно отбрасывание биометрических образцов с низкими показателями качества приводит к улучшению (т. е. снижению) частоты ложных совпадений.

Рассмотрим следующий пример. Пусть s_{ij} — значение степени схожести, полученное в результате сравнения пары биометрических образцов субъектов биометрических данных i и j с показателями качества q_i и q_j соответственно. Предполагается, что значение комплексного показателя качества увеличивается с повышением качества образцов, поэтому для определения уровня приемлемого качества вводится порог качества u. Тогда набор данных образцов низкого качества $D(u)$ определяется по следующей формуле:

$$D(u) = \{ij: F(q_i, q_j) < u\}, i \neq j, \quad (5)$$

где показатели качества могут быть объединены с использованием функции парного качества $F(q_i, q_j) = \min(q_i, q_j)$ из предположения, что образец более низкого качества приводит к более низким значениям результата сравнения, или с использованием $F(q_i, q_j) = q_j$ из предположения, что биометрический контрольный шаблон может быть только высокого качества.

Вероятность ложного совпадения вычисляется как доля результатов непарного сравнения (например, результатов сравнения изображений лиц разных субъектов биометрических данных), превышающих некоторый порог t, от общего количества результатов непарного сравнения для пар биометрических образцов, не входящих в набор данных $D(u)$. Значение порога t фиксировано, а порог качества u варьируется по области оценки качества, специфичной для алгоритма. Пример реализации приведен в приложении D. Вероятность ложного совпадения может быть показана графически в виде функции процента отбракованных биометрических образцов [который зависит от порога качества u — см. формулу (5)] для порога t.

На рисунке 6 показаны примеры кривых вероятности ложного совпадения по вероятности отбраковки, построенных для двух значений порога, соответствующих вероятности ложного совпадения 0,1 % и 0,01 %, для показателей качества, вычисленных с помощью программного обеспечения с открытым исходным кодом NFIQ 2 для сравнения минуций отпечатков пальцев (см. [*7*]—[*9*]) и базы данных отпечатков пальцев, собранной с помощью оптического сканера отпечатков пальцев (см. [*10*]).

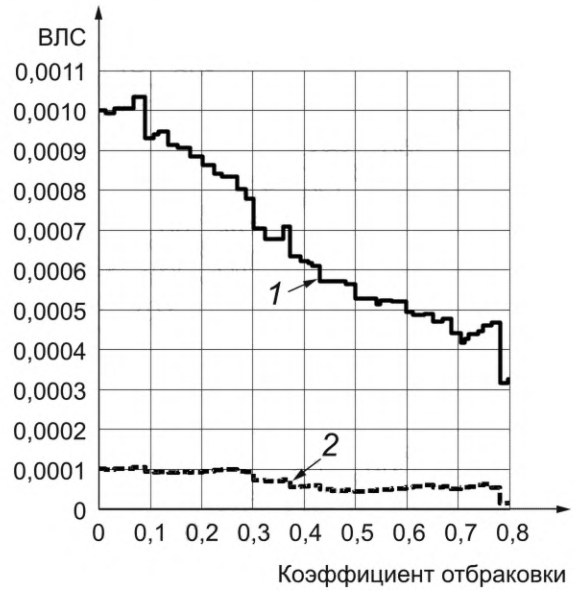

Рисунок 6 — Примеры кривых вероятности ложного совпадения по коэффициенту отбраковки при значениях порога, установленных для значений ВЛС 0,1 % (кривая 1) и 0,01 % (кривая 2)

Для более полного исследования влияния отбраковки образцов низкого качества на эксплуатационные характеристики вероятность ложного несовпадения по коэффициенту отбраковки и вероятность ложного совпадения по коэффициенту отбраковки следует оценивать совместно.

11.4 КОО по коэффициенту отбраковки

Графический метод КОО по коэффициенту отбраковки показывает, насколько эффективно отбраковка биометрических образцов с низкими показателями качества приводит к улучшению графика КОО. Преимущество этого метода состоит в том, что в нем одновременно учитываются и ошибки ложного несовпадения, и ошибки ложного совпадения по всему диапазону возможных значений порога.

Рассмотрим следующий пример. Пусть s_{ij} — значение степени схожести, полученное в результате сравнения пары биометрического образца с показателем качества q_i и биометрического контрольного шаблона с показателем качества r_j, полученных от одного и того же или разных субъектов биометрических данных i и j. Пусть N — количество сравниваемых пар биометрических образцов, полученных от одного и того же субъекта биометрических данных, M — количество сравниваемых пар биометрических образцов, полученных от разных субъектов биометрических данных. На основе данных результатов сравнений можно построить две гистограммы: гистограмму результатов парного сравнения для s_{ij}, где $i \neq j$, и гистограмму результатов непарного сравнения для s_{ij}, где $i = j$. Эти гистограммы можно использовать для построения двух кумулятивных функций распределения: MatedCDF(t) и NonMatedCDF(t) для всех $s_{ij} < t$. График КОО строится как зависимость ВЛНС = 1 – MatedCDF(t) от ВЛС = 1 – NonMatedCDF(t) по всему диапазону значений результатов сравнения s_{ij}, полученных от конкретного алгоритма сравнения. Для определения уровня приемлемого качества вводится порог качества u. Тогда набор данных образцов низкого качества $D(u)$ определяется по следующей формуле:

$$D(u) = \{q_i < u \ \text{ИЛИ} \ r_j < u\}. \tag{6}$$

Если оценка качества биометрического контрольного шаблона не проводится (т. е. r_j не вычисляется), то $D(u) = \{q_i < u\}$.

Семейство кривых КОО вычисляется для нескольких порогов качества u с исключением значений, попадающих в набор данных $D(u)$. Для хорошего алгоритма оценки качества ВЛНС уменьшается в широком диапазоне значений ВЛС с увеличением порога качества u.

11.5 Коэффициент принятия и коэффициент отбраковки биометрического образца

Коэффициент ложной отбраковки биометрического образца (incorrect sample discard rate, R_{ISD}) выражает долю биометрических образцов, которые были отбракованы алгоритмом оценки качества, но могли бы привести к правильному решению о совпадении нижестоящей подсистемы сравнения, от общего количества биометрических образцов. R_{ISD} вычисляется на основе вектора показателей качества q, вектора результатов парного сравнения s, порога t и порога качества u по следующей формуле:

$$R_{\text{ISD}}(u) = \frac{1}{N}\sum_{i}^{N}\big(1 - H(q_i - u)\big)H(s_i - t), \tag{7}$$

где N — количество биометрических образцов в векторе;

$H(x)$ — ступенчатая функция, которая равна 0, если $x < 0$, и равна 1, если $x \geq 0$.

Коэффициент R_{ISD}, вычисленный по формуле (7), представляет собой долю биометрических образцов с показателями качества ниже порога качества u, но с результатами сравнения выше порога t.

Коэффициент ложного принятия биометрического образца (incorrect sample accept rate, R_{ISA}) выражает долю биометрических образцов, которые были приняты алгоритмом оценки качества, но привели к ложному решению о несовпадении нижестоящей подсистемы сравнения, от общего количества биометрических образцов. R_{ISA} вычисляется по следующей формуле:

$$R_{\text{ISA}}(u) = \frac{1}{N}\sum_{i}^{N}H(q_i - u)\big(1 - H(s_i - t)\big). \tag{8}$$

Коэффициент R_{ISA}, вычисленный по формуле (8), представляет собой долю биометрических образцов с высокими показателями качества, не подлежащих распознаванию, от общего количества биометрических образцов.

Приложение А
(справочное)

Пример кодирования блока качества биометрического образца

А.1 Пример кодирования АСН.1

```
qualityBlocks {
   {
      algorithmIdBlock {
         organization 257,
         id 56
      },
      scoreOrError score : 50
   }
}
```

А.2 Пример XML-кодирования

```
<fir:qualityBlocks>
   <cmn:qualityBlock>
      <cmn:algorithmIdBlock>
         <cmn:organization>257</cmn:organization>
         <cmn:id>56</cmn:id>
      </cmn:algorithmIdBlock>
      <cmn:scoreOrError>
         <cmn:score>50</cmn:score>
      </cmn:scoreOrError>
   </cmn:qualityBlock>
</fir:qualityBlocks>
```

А.3 Пример двоичного кодирования

```
A6 10
   30 0E
      A0 07
         80 02 0101
         81 01 38
      A1 03
   80 01 32
```

Приложение В
(справочное)

Пример стандартизованного обмена результатами работы алгоритмов оценки качества

В.1 Общие положения

В соответствии с разделом 8 разработчики алгоритмов оценки качества должны иметь возможность предоставить биометрическому сообществу результаты работы своих алгоритмов оценки качества, включая необработанные показатели качества и собственные меры качества (которые необязательно выражены в виде целого числа от 0 до 100). В частности, обмен показателями качества, полученными из общедоступных наборов данных, будет наиболее полезен для получения технической информации и позволит пользователям показателей качества изучить и понять, как показатели качества связаны с собственной контекстной информацией биометрических образцов.

В настоящем приложении представлен пример обмена такой информацией в формате XML.

В.2 Пример XML-схемы для обмена данными о качестве

Ниже представлен пример XML-кодирования для разработчика «SampleVendor» с *id* = 123, публикующего результаты алгоритма «SampleAlgo_v10» с *id* = 456 на наборе тестов «FERET-grayscale» и «FERET-color». Данный пример документа XML доступен по ссылке [*10*].

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<iso:isoVendorQualityReport xmlns:iso="gost.e-ecolog.ru                                    "
   qualityVendorId="123"
   qualityAlgorithmId="456"
   qualityAlgorithmMinValue="0.0"
   qualityAlgorithmMaxValue="100.0">
   <iso:testSets>
      <iso:testSet name="FERET-color" location="gost.e-ecolog.ru
color-feret-database">
         <iso:sample
         name="ID-00002_931230_fa" qualityValue="51.26"/>
         <iso:sample
         name="ID-00002_931230_fb" qualityValue="82.17"/>
      </iso:testSet>
   </iso:testSets>
</iso:isoVendorQualityReport>
```

В.3 Справочная XML-схема для обмена данными о качестве биометрического образца

Данный XSD доступен по ссылке [10].

```
   <?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
   <!--Permission is hereby granted, free of charge in perpetuity, to any person
obtaining a copy of the Schema, to use, copy, modify, merge and distribute free of
charge, copies of the Schema for the purposes of developing, implementing, installing and
using software based on the Schema, and to permit persons to whom the Schema is furnished
to do so, subject to the following conditions:
   THE SCHEMA IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED,
INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR
PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE
FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR
OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SCHEMA OR THE USE OR OTHER
DEALINGS IN THE SCHEMA.
   In addition, any modified copy of the Schema shall include the following notice:
THIS SCHEMA HAS BEEN MODIFIED FROM THE SCHEMA DEFINED IN ISO/IEC 29794-1, AND SHOULD NOT
BE INTERPRETED AS COMPLYING WITH THAT STANDARD-->

<xs:schema
   xmlns:xs="gost.e-ecolog.ru                                    "
   xmlns:vc="gost.e-ecolog.ru                                          "
   xmlns="gost.e-ecolog.ru                                        "
   vc:minVersion="1.0"
   targetNamespace="gost.e-ecolog.ru                                             "
   elementFormDefault="qualified"
   attributeFormDefault="unqualified">
```

```
<xs:annotation>
   <xs:documentation xml:lang="en">
      ISO-IEC 29794-1:2024 Vendor Quality Report
   </xs:documentation>
</xs:annotation>
<xs:element name="isoVendorQualityReport" type="isoVendorQualityReportType" />
   <xs:complexType name="isoVendorQualityReportType">
      <xs:sequence minOccurs="0">
         <xs:element name="testSets" type="testSetsType"/>
      </xs:sequence>
      <xs:attribute name="qualityVendorId" type="xs:int" use="required"/>
      <xs:attribute name="qualityAlgorithmId" type="xs:int" use="required"/>
      <xs:attribute name="qualityAlgorithmMinValue" type="xs:float" use="required"/>
      <xs:attribute name="qualityAlgorithmMaxValue" type="xs:float" use="required"/>
   </xs:complexType>
   <xs:complexType name="testSetsType">
      <xs:sequence maxOccurs="unbounded">
         <xs:element name="testSet" type="testSetType"/>
      </xs:sequence>
   </xs:complexType>
   <xs:complexType name="testSetType">
      <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
         <xs:element name="sample" type="sampleType"/>
      </xs:sequence>
      <xs:attribute name="name" type="xs:ID" use="required"/>
      <xs:attribute name="location" type="xs:anyURI" use="required"/>
   </xs:complexType>
   <xs:complexType name="sampleType">
      <xs:attribute name="name" type="xs:ID" use="required"/>
      <xs:attribute name="qualityValue" type="xs:float" use="required"/>
   </xs:complexType>
</xs:schema>
```

Приложение С
(справочное)

Процедуры для объединения показателей качества, основанных на полезности

С.1 Назначение

В настоящем приложении представлены процедуры объединения показателей качества, основанных на полезности, по множеству биометрических образцов, например суммирование по всей организации. Результатом становится суммарное значение, позволяющее контролировать качество. Суммирование качества должно осуществляться в рамках соответствующего применения, например суммирование показателей качества всех зарегистрированных биометрических образцов организации или суммирование показателей качества всех верификационных биометрических образцов организации. В операциях, когда пользователи часто контактируют с биометрической системой (например, биометрическая система учета рабочего времени), показатели качества могут быть объединены для каждого пользователя в отдельности. Такой подход позволит выявить личностей, систематически предоставляющих биометрические образцы низкого качества.

С.2 Метод

Предположим, некоторая организация собирает биометрические образцы и вычисляет качество каждого из них при помощи алгоритма оценки качества. Ожидается, что более высокие показатели качества приведут к более высоким значениям степени схожести. При этом показатели качества разбиты на L уровней (без ограничения общности) так, что $q = 0, \ldots, L$, где $q = 0$ и $q = L$ указывают наименьшее и наибольшее значения показателей качества соответственно. Если число биометрических образцов, собранных за некоторый период в оперативной обстановке, равно n и включает n_q биометрических образцов с показателем качества q, то можно вычислить средний показатель качества всех n образцов. Однако среднее арифметическое не является предпочтительным способом суммирования показателей качества, так как при этом все биометрические образцы, независимо от их показателей качества, имеют одинаковое весовое значение. Если, напротив, прогнозируемой полезностью биометрического образца t с показателем качества q является $u_q = U(q)$, то итоговый показатель качества предпочтительнее вычислять по формуле

$$\bar{q} = \frac{\sum_{q=0}^{L} u_q n_q}{\sum_{q=0}^{L} n_q}. \qquad (С.1)$$

Если значение полезности $u_q(t)$ по сути является оценкой ВЛС или ВЛНС для биометрических образцов с показателем качества q биометрической системы верификации, работающей с использованием порогового значения t, то $\bar{q}(t)$ является оценкой ожидаемой вероятности ошибки. Далее представлена процедура для вычисления значения полезности $u_q(t)$ для различных уровней алгоритма оценки качества, при использовании которой суммарный показатель качества представляет собой оценку ожидаемой вероятности ошибки.

Предположим, что биометрическая система верификации использует набор данных, содержащий N пар биометрических образцов, полученных от N субъектов. Первый биометрический образец является биометрическим контрольным шаблоном, а второй — аутентификационным биометрическим образцом.

Показатели качества образцов являются целочисленными $q_j^{(1)}$ и $q_j^{(2)}$ для $j = 1, \ldots, N$. Применяя V алгоритмов сравнения, получаем:

- N степеней схожести парного сравнения, $s_{jj}^{(v)}$;

- вплоть до $N(N-1)$ степеней схожести непарного сравнения, $s_{jk}^{(v)}$ при $j \neq k$, где $v = 1, \ldots, V$ и $V \geq 1$.

а) Для каждого алгоритма сравнения и каждого возможного показателя качества i от 0 до L вычисляют ВЛНС$^v(\tau_v, i)$, что соответствует определенной ожидаемой системной частоте ложных несовпадений или ложных совпадений аутентификационных биометрических образцов с показателем качества i с биометрическими контрольными шаблонами с показателем качества, равным или большим i при пороговом значении τ_v с использованием степеней схожести парного сравнения алгоритма сравнения v в соответствии с формулой (С.2). При этом считается, что чем выше показатель качества, тем выше качество.

Для ($v = 1, \ldots, V$),

для ($i = 1, \ldots, L$)

$$\text{ВЛНС}^v(\tau_v, i) = \frac{\left|\left\{s_{jj}^{(v)} : s_{jj} \leq \tau_v,\ q_j^{(1)} \geq i,\ q_j^{(2)} = i\right\}\right|}{\left|\left\{s_{jj}^{(v)} : s_{jj} < \infty,\ q_j^{(1)} \geq i,\ q_j^{(2)} = i\right\}\right|} \qquad (С.2)$$

конец цикла,

конец цикла,

результатом чего становится следующий массив данных:

$$\begin{pmatrix} \text{ВЛНС}^1(\tau_1,\ 1) & \text{ВЛНС}^2(\tau_2,\ 1) & \dots & \text{ВЛНС}^v(\tau_v,\ 1) \\ \text{ВЛНС}^1(\tau_1,\ 2) & \text{ВЛНС}^2(\tau_2,\ 2) & \dots & \text{ВЛНС}^v(\tau_v,\ 2) \\ & \dots & & \\ \text{ВЛНС}^1(\tau_1,\ L) & \text{ВЛНС}^2(\tau_2,\ L) & \cdots & \text{ВЛНС}^v(\tau_v,\ L) \end{pmatrix}.$$

Значение $v = 1$ соответствует использованию одного алгоритма сравнения. При значении $v > 1$ степени схожести и ВЛНС должны быть рассчитаны для каждого алгоритма сравнения.

b) Вычисляют весовое значение u_i по формуле

$$u_i(f) = \frac{\sum_{v=1}^{V} \text{ВЛНС}^v(\tau_v, i)}{\sum_{q=0}^{L}\sum_{v=1}^{V} \text{ВЛНС}^v(\tau_v, q)}. \quad \text{(С.3)}$$

Таким образом, объединенный показатель качества по всей организации:

$$Q = \sum_{i=0}^{L} u_i(f)\, p_i, \quad \text{(С.4)}$$

где p_i — доли биометрических образцов с показателем качества q_i. Данные значения не входят в известный пользователям диапазон. При качестве всех биометрических образцов наивысшей степени (то есть, $q = L$), полученный результат был бы $Q = u_i$. Аналогично, при качестве всех биометрических образцов организации $q = 0$, полученный результат был бы $Q = u_0$, что явилось бы наихудшим событием. Таким образом, результатом данного формульного выражения было бы суммирование показателей качества в диапазоне $[u_0, u_L]$. Формулу (С.4) следует рассматривать как общий показатель качества для набора биометрических образцов на основе общей ВЛНС по нескольким алгоритмам. Однако рекомендуется трансформировать $[u_0, u_L]$ в предпочтительный диапазон [0, 100], где 0 представляет собой наименьший показатель качества, а 100 — наибольший. Этого можно добиться одним из следующих методов:

1) посредством соотнесения суммарного показателя качества Q (то есть, ожидаемой вероятности ошибки) с собственным диапазоном качества при помощи следующей формулы:

$$\bar{Q} = U^{-1}(Q) = U^{-1}\left(\sum_{i=0}^{L} u_i p_i\right), \quad \text{(С.5)}$$

где U^{-1} — аппроксимирующая функция (например, кусочно-линейная аппроксимация) пар (i, u_i);

2) посредством преобразования (например, линейного отображения) диапазона $[u_0, u_L]$ в диапазон [0, 100]. Таким образом, суммарные показатели качества, преобразованные к диапазону [0, 100], имеют вид:

$$\bar{Q} = 100\sum_{i=0}^{L} p_i \frac{u_i - u_0}{u_L - u_0}. \quad \text{(С.6)}$$

Весовые значения в формуле (С.3) представляют собой оценки наблюдаемых ВЛНС, вычисленных с использованием некоторого фиксированного порога. В результате данные весовые значения в наивысшей степени точны в отношении конкретного порога, но не так точны в отношении биометрических систем, функционирующих при иных порогах. В приложениях верификации, где порог срабатывания установлен на уровне τ, пользователи алгоритма оценки качества должны следовать описанной процедуре для установления специальных весовых значений.

Примечание — Весовые значения в формуле (С.3) представляют собой согласованные оценки. Это значит, что оценки были проведены при помощи наблюдаемых в наборе алгоритмов сравнения ВЛНС. В результате указанные весовые значения не являются в точности весовыми значениями, которые применялись бы для какого-либо одного алгоритма или установленного набора алгоритмов. Весовые значения в формуле (С.3) рассматриваются в качестве наилучшего метода оценки и предназначены для использования до тех пор, пока не известны другие подробности о приложении. В приложениях верификации, в которых известен и доступен определенный набор из одного или более алгоритмов сравнения, для установления специальных весовых значений пользователи алгоритма должны следовать описанной процедуре.

Приложение D
(справочное)

Пример кода для вычисления эксплуатационных характеристик прогнозирования полезности

Приведенный в настоящем приложении пример кода на языке Python для вычисления характеристик ошибок по характеристике отбраковки доступен по ссылке [*10*].

Данный код протестирован на следующих минимальных версиях: CPython версия 3.5.6, numpy версия 1.7.0.

```
import numpy as np
def compute_edc(pair_comparison_scores, pair_quality_scores, comparison_threshold, comparison_
function):
   """Computes the EDC using 'numpy' functions.

   This docstring is written in the numpydoc style.

   Parameters
   ----------
   pair_comparison_scores : array_like
      The pairwise biometric comparison scores (floating-point or integer).
      This does not need to be sorted, but the comparison scores need to correspond to
the 'pair_quality_scores', so that 'zip(pair_comparison_scores, pair_quality_scores)'
represents the pairwise comparison & quality scores.
   pair_quality_scores : array_like
      The pairwise biometric quality scores (floating-point or integer).
      It is assumed that higher quality scores mean better quality, so that comparisons
with lower quality scores are discarded first.
      Pairwise quality scores can be derived as the minimum of the pairs' corresponding
sample quality scores.
   comparison_threshold : float or int
      The 'pair_quality_scores' are compared against this 'comparison_threshold' via the
'comparison_function' to determine which of the comparisons represent an "error" in the
computed EDC.
      comparison_function : np.ufunc
      Choosing this function depends on whether higher or lower comparison scores mean
higher similarity, and it depends on whether a FNM-EDC or a FM-EDC is to be computed.
      The 'pair_comparison_scores' are the left-hand side of the comparison, 'comparison_
threshold' is the right-hand side.
      E.g. if higher comparison scores mean higher similarity, then 'np.less' can be used
to compute the FNM-EDC, and 'np.greater_equal' can be used to compute the FM-EDC.

    Returns
    -------
    tuple[np.ndarray, np.ndarray]
        The 'discard_fractions' and the corresponding 'error_fractions' of the computed
EDC are returned.
        For EDC plots, the 'discard_fractions' are typically plotted on the x-axis,
'error_fractions' on the y-axis.
    """
    # Create a numpy array and sort it by quality:
    scores = np.array(
        list(zip(pair_comparison_scores, pair_quality_scores)),
        dtype=[("comparison", "f8"), ("quality", "f8")],
    )
    scores.sort(order="quality")
    # Run the EDC computations:
    # The array indices correspond to the discard counts, so 0 comparisons are discarded
at index 0.
    comparison_count = len(scores)
    # Compute the (binary) per-comparison errors by comparing the comparison scores
against the comparison_threshold:
    error_counts = np.zeros(comparison_count, dtype=np.uint32)
```

```
    comparison_function(scores["comparison"], comparison_threshold, out=error_counts)
    # Then compute the cumulative error_counts sum:
    # The total error count will be at index 0, which corresponds to 0 discarded comparisons
(or samples).
    # Conversely, at index comparison_count-1 only one comparison isn't discarded and the
error count remains 0 or 1.
    error_counts = np.flipud(np.cumsum(np.flipud(error_counts), out=error_counts))
    # Usually the EDC should model the effect of discarding samples (instead of individual
comparisons) based on
    # a progressively increasing quality threshold. This means that sequences of identical
quality scores have to be
    # skipped at once. In this implementation the discard counts are equivalent to the array
indices, so computing
    # the relevant array indices for the quality sequence starting points also obtains the
corresponding discard counts:
    discard_counts = np.where(scores["quality"][:-1] != scores["quality"][1:])[0] + 1
    discard_counts = np.concatenate(([0], discard_counts))
    # Subtracting the discard_counts from the total comparison_count results in the
remaining_counts:
    remaining_counts = comparison_count - discard_counts
    # Divide the relevant error_counts by the remaining_counts to compute the error_fractions:
    error_fractions = error_counts[discard_counts] / remaining_counts
    # Divide the discard_counts by the total comparison_count to compute the discard_fractions:
    discard_fractions = discard_counts / comparison_count
    # Return the discard_fractions together with the corresponding error_fractions:
    return discard_fractions, error_fractions
```

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ ISO/IEC 2382-37—2016	IDT	ISO/IEC 2382-37:2012 «Информационные технологии. Словарь. Часть 37. Биометрия»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта: - IDT — идентичный стандарт.		

Библиография

[1] Osorio-Roig D., Schlett T., Rathgeb C., Tapia J., Busch C., Exploring quality scores for workload reduction in biometric identification, in Proceedings of 10th International Workshop on Biometrics and Forensics (IWBF), 2022

[2] *ИСО/МЭК 29794* (*все части*) *Информационные технологии. Качество биометрических образцов* (*Information technology — Biometric sample quality*)

[3] *ИСО/МЭК 19794* (*все части*) *Информационная технология. Форматы обмена биометрическими данными (Information technology — Biometric data interchange formats)*

[4] *ИСО/МЭК 39794* (*все части*) *Информационные технологии. Расширяемые форматы обмена биометрическими данными* (*Information technology — Extensible biometric data interchange formats*)

[5] Grother P., Tabassi E., Performance of biometric quality measures. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 29(4):531—543, Apr. 2007

[6] Tabassi E., Olsen M., Bausinger O., Busch C., Figlarz A., Fiumara G., Henniger O., Merkle J., Ruhland T., Schiel C., Schwaiger M., NFIQ 2.0 — NIST fingerprint image quality. NIST Interagency Report 8382, NIST, 2021

[7] Cappelli R., Ferrara M., Maltoni D., Minutia cylinder-code: A new representation and matching technique for fingerprint recognition. IEEE TPAMI, 32(12), 2010

[8] Tang Y., Gao F., Feng J., Liu Y., FingerNet: A unified deep network for fingerprint minutiae extraction. In Proc. of IJCB, 2017

[9] Maio D., Maltoni D., Cappelli R., Wayman J.L., Jain A.K., FVC2000: Fingerprint verification competition. IEEE TPAMI, 24(3), 2002

[10] [Электронный ресурс] URL: gost.e-ecolog.ru

УДК 004.93’1:006.89:006.354 ОКС 35.240.15

Ключевые слова: информационные технологии, биометрия, биометрический образец, качество биометрического образца, метрика качества, показатель качества, алгоритм оценки качества

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 06.02.2026. Подписано в печать 02.03.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,77.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru