
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОСТ Р
СТАНДАРТ (первая редакция)
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Информационные технологии
БИОМЕТРИЯ

Применение биометрии в системах видеонаблюдения
Часть 3

**Единая методика определения точечного рейтинга
специализированного прикладного программного
обеспечения, используемого в системах городского
видеонаблюдения**

Москва
Российский институт стандартизации

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Департаментом информационных технологий города Москвы

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 № -ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 202_

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 | |
| 2 Нормативные ссылки | |
| 3 Термины и определения..... | |
| 4 Сокращения..... | |
| 5 Определение точечного рейтинга специализированного прикладного программного обеспечения, используемого в системах городского видеонаблюдения..... | |
| Приложение А (справочное) Примеры определения весовых коэффициентов..... | |
| Приложение Б (справочное) Пример расчета коэффициента конкордации..... | |
| Приложение В (справочное) Примеры оценки степени согласованности мнений экспертов по Марголину и Харрингтону..... | |

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Информационные технологии
БИОМЕТРИЯ**

**Применение биометрии в системах видеонаблюдения. Часть 3.
Единая методика определения точечного рейтинга специализированного
прикладного программного обеспечения, используемого в системах
городского видеонаблюдения**

Дата введения – 202 – –

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к единой методике определения точечного рейтинга специализированного прикладного программного обеспечения, используемого в системах городского видеонаблюдения.

Требования настоящего стандарта не распространяются на системы видеонаблюдения, используемые в рамках Постановления Правительства РФ от 26 сентября 2016 г. N 969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности».

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ ISO/IEC 2382-37–2016 Информационные технологии. Словарь. Часть 37. Биометрия

ГОСТ Р ИСО/МЭК 19795-1–2007 Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Эксплуатационные испытания и протоколы испытаний в биометрии. Часть 1. Принципы и структура

П р и м е ч а н и е – 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 ссылку этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если изменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом 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 2382-37–2016 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 19795-1–2007, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **картотека**: Набор индексов изображений лиц (шаблонов) людей, полученных в реальных условиях сбора данных, а также в результате специализированных процессов фотографирования и видеосъемки.

3.2 **галерея**: Вид картотеки, которая содержит лица, загруженные пользователями или внешними системами в автоматическом режиме.

3.3 **картотека мониторинга**: Галерея, по которой автоматически производится идентификация в рамках процесса создания лица в БД исторических событий.

4 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

БДФ – база данных фотографий;

ВЛОИ – вероятность ложноотрицательной идентификации;

ВЛПИ – вероятность ложноположительной идентификации;

ВОСД – вероятность отказа сбора данных;

РВО – равная вероятность ошибок первого и второго рода/точка пересечения на графике рабочей характеристики;

СДЗС – структура данных зарегистрированных субъектов (картотека).

5 Определение точечного рейтинга специализированного прикладного программного обеспечения, используемого в системах городского видеонаблюдения

5.1 Общие положения

Определение точечного рейтинга специализированного прикладного программного обеспечения включает в себя следующие этапы:

- определение единичных показателей качества;
- определение единичных относительных показателей качества;
- определение комплексного показателя качества.

5.2 Определение единичных показателей качества

Единичные показатели качества определяются по результатам проведения технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве, испытаний в части точности определения параметров лица человека по изображению и нагрузочного тестирования.

Таким образом, все единичные показатели качества входят в одну из пяти укрупненных групп:

- группа показателей качества, связанных с идентификацией;
- группа показателей качества, связанных с размером шаблона;
- группа показателей качества, связанных с временем выполнения операций;
- группа показателей качества, связанных с точностью определения параметров лица человека по изображению;
- группа показателей качества, связанных с нагрузочным тестированием.

5.2.1 Группа показателей качества, связанных с идентификацией

В группу показателей качества, связанных с идентификацией, входят:

- ВОСД;
- ВЛОИ при фиксированном значении ВЛПИ (простая идентификация на открытом множестве, ранг идентификации 1);
- РВО (простая идентификация на открытом множестве, ранг идентификации 1).

5.2.2 Группа показателей качества, связанных с размером шаблона

В группу показателей качества, связанных с размером шаблона, входит:

- средний размер шаблона (для БДФ, используемой для технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве).

5.2.3 Группа показателей качества, связанных с временем выполнения операций

В группу показателей качества, связанных с временем выполнения операций, входят:

- среднее время построения шаблона из образцов раздела «Enrollment» (для БДФ, используемой для технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве);
- среднее время построения шаблона из образцов разделов «User» и «Imposter» (для БДФ, используемой для технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве);
- среднее время проведения идентификации всех шаблонов из раздела «А» по всем шаблонам из раздела «Enrollment» (извлекаемых из СДЗС) для БДФ.

5.2.4 Группа показателей качества, связанных с точностью определения параметров лица человека по изображению

В группу показателей качества, связанных с точностью определения параметров лица человека по изображению, входят:

- средняя абсолютная ошибка (определение возраста);
- *Accuracy* (определение пола);
- *F1-score* (определение пола);
- *Accuracy* (определение наличия/отсутствия очков) при рассмотрении данного параметра как бинарного;
- *F1-score* (определение наличия/отсутствия очков) при рассмотрении данного параметра как бинарного;
- *Accuracy* (определение наличия/отсутствия очков) при рассмотрении данного параметра как категориального;
- *F1-score* (определение наличия/отсутствия очков) при рассмотрении данного параметра как категориального;

- *Accuracy* (определение наличия/отсутствия растительности на лице) при рассмотрении данного параметра как бинарного;
- *F1-score* (определение наличия/отсутствия растительности на лице) при рассмотрении данного параметра как бинарного;
- *Accuracy* (определение наличия/отсутствия растительности на лице) при рассмотрении данного параметра как категориального;
- *F1-score* (определение наличия/отсутствия растительности на лице) при рассмотрении данного параметра как категориального;
- *Accuracy* (определение наличия/отсутствия головного убора) при рассмотрении данного параметра как бинарного;
- *F1-score* (определение наличия/отсутствия головного убора) при рассмотрении данного параметра как бинарного;
- *Accuracy* (определение наличия/отсутствия головного убора) при рассмотрении данного параметра как категориального;
- *F1-score* (определение наличия/отсутствия головного убора) при рассмотрении данного параметра как категориального;
- *Accuracy* (определение наличия/отсутствия маски) при рассмотрении данного параметра как бинарного;
- *F1-score* (определение наличия/отсутствия маски) при рассмотрении данного параметра как бинарного;
- *Accuracy* (определение наличия/отсутствия маски) при рассмотрении данного параметра как категориального;
- *F1-score* (определение наличия/отсутствия маски) при рассмотрении данного параметра как категориального;
- *Accuracy* (определение расы) при рассмотрении данного параметра как категориального на уровне 1;
- *F1-score* (определение расы) при рассмотрении данного параметра как категориального на уровне 1;
- *Accuracy* (определение расы) при рассмотрении данного параметра как категориального на уровне 2;
- *F1-score* (определение расы) при рассмотрении данного параметра как категориального на уровне 2.

5.2.5 Группа показателей качества, связанных с нагрузочным тестированием

В группу показателей качества, связанных с нагрузочным тестированием, входят:

- максимальная скорость регистрации лиц в БД исторических событий для объема БД исторических событий N ;
- среднее время выполнения процесса регистрации лица в БД исторических событий для объема БД исторических событий N и базовой скорости регистрации лиц в БД исторических событий;
- среднее время идентификации по галерее для объема БД исторических событий N и базовой скорости регистрации лиц в БД исторических событий;
- среднее время регистрации лица в галерее для объема БД исторических событий N и базовой скорости регистрации лиц в БД исторических событий;
- среднее время идентификации по полной БД исторических событий для объема БД исторических событий N и базовой скорости регистрации лиц в БД исторических событий;
- максимальный размер картотеки мониторинга.

Примечание – Значение N определяется Экспериментатором.

5.3 Определение единичных нормированных показателей качества

Для корректного определения комплексного показателя качества важно, чтобы единичные показатели качества были в пределах одного порядка. Для этого ряд единичных показателей качества должен подвергаться нормировке. В этом случае в качестве нормирующих величин должны быть использованы эталонные значения единичных показателей качества. Эталонные значения единичных показателей качества рассчитываются Экспериментатором.

Примечание

- в качестве эталонного значения рекомендуется принимать «лучшее» из известных значений на момент проведения рейтингования или значение «лучше лучшего»;
- в случае проведения серии экспериментов под единичными показателями принимаются их средние значения.

Способы преобразования единичных показателей качества представлены в таблице 1.

В таблице 1 использованы следующие обозначения:

- q_i – единичный нормированный показатель качества;

- P_i – единичный показатель качества рассматриваемого алгоритма;
- $P_{iэ}$ – эталонное значение единичного показателя качества.

Таблица 1 – Способы преобразования единичных показателей качества

| № | Единичный показатель качества | Способ преобразования |
|-----|---|---|
| 1. | ВОСД | $q_i = 1 - P_i$ |
| 2. | ВЛОИ при фиксированном значении ВЛПИ (для БДФ, используемой для технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве, ранг идентификации 1) | $q_i = 1 - P_i$ |
| 3. | РВО (для БДФ, используемой для технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве, ранг идентификации 1) | $q_i = 1 - P_i$ |
| 4. | Средний размер шаблона (для БДФ, используемой для технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве) | $q_i = \frac{P_{iэ}}{P_i}$ |
| 5. | Среднее время построения шаблона из образцов раздела «Enrollment» (для БДФ, используемой для технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве) | $q_i = \frac{P_{iэ}}{P_i}$ |
| 6. | Среднее время построения шаблона из образцов разделов «User» и «Imposter» (для БДФ, используемой для технологических испытаний простой идентификации на открытом множестве) | $q_i = \frac{P_{iэ}}{P_i}$ |
| 7. | Среднее время проведения идентификации всех шаблонов из раздела «А» по всем шаблонам из раздела «Enrollment» (извлекаемых из СДЗС), для БДФ, используемой для технологических испытаний | $q_i = \frac{P_{iэ}}{P_i}$ |
| 8. | Средняя абсолютная ошибка (определение возраста) | $q_i = \frac{P_{iэ}}{P_i}$ Если $P_i < P_{iэ}$, $q_i = 1$ |
| 9. | Accuracy (определение пола) | $q_i = P_i$ |
| 10. | F1-score (определение пола) | $q_i = P_i$ |

Продолжение таблицы 1

| № | Единичный показатель качества | Способ преобразования |
|-----|--|-----------------------|
| 11. | <i>Accuracy</i> (определение наличия/отсутствия очков) при рассмотрении данного параметра как бинарного | $q_i = P_i$ |
| 12. | <i>F1-score</i> (определение наличия/отсутствия очков) при рассмотрении данного параметра как бинарного | $q_i = P_i$ |
| 13. | <i>Accuracy</i> (определение наличия/отсутствия очков) при рассмотрении данного параметра как категориального | $q_i = P_i$ |
| 14. | <i>F1-score</i> (определение наличия/отсутствия очков) при рассмотрении данного параметра как категориального | $q_i = P_i$ |
| 15. | <i>Accuracy</i> (определение наличия/отсутствия растительности на лице) при рассмотрении данного параметра как бинарного | $q_i = P_i$ |
| 16. | <i>F1-score</i> (определение наличия/отсутствия растительности на лице) при рассмотрении данного параметра как бинарного | $q_i = P_i$ |
| 17. | <i>Accuracy</i> (определение наличия/отсутствия растительности на лице) при рассмотрении данного параметра как категориального | $q_i = P_i$ |
| 18. | <i>F1-score</i> (определение наличия/отсутствия растительности на лице) при рассмотрении данного параметра как категориального | $q_i = P_i$ |
| 19. | <i>Accuracy</i> (определение наличия/отсутствия головного убора) при рассмотрении данного параметра как бинарного | $q_i = P_i$ |
| 20. | <i>F1-score</i> (определение наличия/отсутствия головного убора) при рассмотрении данного параметра как бинарного | $q_i = P_i$ |
| 21. | <i>Accuracy</i> (определение наличия/отсутствия головного убора) при рассмотрении данного параметра как категориального | $q_i = P_i$ |

Продолжение таблицы 1

| № | Единичный показатель качества | Способ преобразования |
|-----|---|----------------------------------|
| 22. | <i>F1-score</i> (определение наличия/отсутствия головного убора) при рассмотрении данного параметра как категориального | $q_i = P_i$ |
| 23. | <i>Accuracy</i> (определение наличия/отсутствия маски) при рассмотрении данного параметра как бинарного | $q_i = P_i$ |
| 24. | <i>F1-score</i> (определение наличия/отсутствия маски) при рассмотрении данного параметра как бинарного | $q_i = P_i$ |
| 25. | <i>Accuracy</i> (определение наличия/отсутствия маски) при рассмотрении данного параметра как категориального | $q_i = P_i$ |
| 26. | <i>F1-score</i> (определение наличия/отсутствия маски) при рассмотрении данного параметра как категориального | $q_i = P_i$ |
| 27. | <i>Accuracy</i> (определение расы) при рассмотрении данного параметра как категориального на уровне 1 | $q_i = P_i$ |
| 28. | <i>F1-score</i> (определение расы) при рассмотрении данного параметра как категориального на уровне 1 | $q_i = P_i$ |
| 29. | <i>Accuracy</i> (определение расы) при рассмотрении данного параметра как категориального на уровне 2 | $q_i = P_i$ |
| 30. | <i>F1-score</i> (определение расы) при рассмотрении данного параметра как категориального на уровне 2 | $q_i = P_i$ |
| 31. | Максимальная скорость регистрации лиц в БД исторических событий для объема БД исторических событий N | $q_i = \frac{P_i}{P_{i\exists}}$ |

Продолжение таблицы 1

| № | Единичный показатель качества | Способ преобразования |
|-----|--|-----------------------------------|
| 32. | Среднее время выполнения процесса регистрации лица в БД исторических событий для объема БД исторических событий N и базовой скорости регистрации лиц в БД исторических событий | $q_i = \frac{P_{i\text{э}}}{P_i}$ |
| 33. | Среднее время идентификации по галерее для объема БД исторических событий N и базовой скорости регистрации лиц в БД исторических событий | $q_i = \frac{P_{i\text{э}}}{P_i}$ |
| 34. | Среднее время регистрации лица в галерее для объема БД исторических событий N и базовой скорости регистрации лиц в БД исторических событий | $q_i = \frac{P_{i\text{э}}}{P_i}$ |
| 35. | Среднее время идентификации по полной БД исторических событий для объема БД исторических событий N и базовой скорости регистрации лиц в БД исторических событий | $q_i = \frac{P_{i\text{э}}}{P_i}$ |
| 36. | Максимальный размер картотеки мониторинга | $q_i = \frac{P_i}{P_{i\text{э}}}$ |
| 37. | Среднее время регистрации лица в БД исторических событий (за сутки) | $q_i = \frac{P_{i\text{э}}}{P_i}$ |
| 38. | Доля запросов на регистрацию лица в БД исторических событий с временем выполнения более 3 с от общего числа направленных запросов (за сутки) | $q_i = 1 - P_i$ |
| 39. | Доля запросов на регистрацию лица в БД исторических событий, завершившихся ошибкой, от общего числа направленных запросов (за сутки) | $q_i = 1 - P_i$ |
| 40. | Среднее время выполнения запроса на идентификацию по БД исторических событий (за сутки) | $q_i = \frac{P_{i\text{э}}}{P_i}$ |

Окончание таблицы 1

| № | Единичный показатель качества | Способ преобразования |
|-----|--|----------------------------------|
| 41. | Доля запросов на идентификацию по БД исторических событий, завершившихся ошибкой, от общего числа направленных запросов (за сутки) | $q_i = 1 - P_i$ |
| 42. | Среднее время регистрации лица в БД архивов (за сутки) | $q_i = \frac{P_{i\exists}}{P_i}$ |
| 43. | Доля запросов на регистрацию лица в БД архивов со временем выполнения более 3 с, от общего числа направленных запросов (за сутки) | $q_i = 1 - P_i$ |

5.4 Определение комплексного показателя качества

Определение комплексного показателя качества должно осуществляться по формуле (1):

$$K = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \left(\sum_{j=1}^{m_i} b_j \cdot q_j \right), \quad (1)$$

где K – комплексный показатель качества,

q_j – единичный нормированный показатель качества,

b_j – весовой коэффициент, с которым единичный нормированный показатель качества входит в группу показателей качества,

m_i – количество единичных нормированных показателей качества в i -ой группе,

a_i – весовой коэффициент, с которым i -ая группа показателей качества входит в комплексный показатель качества,

n – количество групп показателей качества.

При определении комплексного показателя качества используются единичные показатели качества.

Если какой-либо из единичных нормированных показателей качества неприменим для данного единичного нормированного показателя качества весовой коэффициент b_j устанавливается равным нулю.

Если какая-либо группа показателей качества неприменима, то для данной группы показателей качества весовой коэффициент a_i устанавливается равным нулю.

Если какой-либо из единичных нормированных показателей качества или какая-либо группа показателей качества неприменимы к определяемому комплексному показателю качества, соответствующие весовые коэффициенты для данного единичного нормированного показателя качества или для данной группы показателей качества устанавливаются равными нулю.

Значения весовых коэффициентов a_i и b_j должны быть установлены в результате сбора и последующего анализа согласованности мнений экспертов.

5.4.1 Методы определения весовых коэффициентов

Возможные методы определения весовых коэффициентов (не ограничиваясь перечисленным перечнем), приведены ниже. Выбор конкретного метода определения весовых коэффициентов осуществляет Экспериментатор.

По результатам применения одного из экспертных методов определения весовых коэффициентов Экспериментатором выполняется оценка согласованности мнений экспертов и значимости результатов определения весовых коэффициентов.

С целью использования найденных весовых коэффициентов в задачах определения рейтинга Экспериментатором осуществляется их нормирование в диапазоне значений от 0 до 1.

5.4.1.1 Метод парных сравнений

Каждый эксперт составляет квадратную матрицу размером n , соответствующим количеству альтернативных вариантов, подлежащих сравнению. Далее эксперт попарно сравнивает варианты и заполняет матрицу по следующему правилу: если вариант i предпочтительнее варианта j , то элемент матрицы $a_{ij} = 2$, а элемент $a_{ji} = 0$; если два варианта равноценны, то $a_{ij} = a_{ji} = 1$. В главной диагонали такой матрицы проставляются прочерки или нули. Далее, в зависимости от числа предпочтений, каждому варианту присваивается определенный ранг. Варианты с одинаковым количеством предпочтений называются связанными, поэтому им присваивается один и тот же ранг, равный среднему значению суммы мест этих вариантов в ранговой системе.

Затем для каждого варианта рассчитывается усредненное значение ранга на основе мнений всех экспертов.

5.4.1.2 Медианный метод

Количество экспертов, принимающих участие в определении весовых коэффициентов, должно составлять не менее пяти. Предпочтительно, чтобы количество экспертов было нечетным (5, 7, 9 и т.д.). Каждый эксперт назначает каждому коэффициенту определенное значение веса в соответствии с выбранной шкалой (например, можно использовать шкалу целых чисел от 0 до 10). Далее определяется медианное значение для каждого весового коэффициента.

5.4.1.3 Метод усеченного среднего

Каждый эксперт назначает каждому коэффициенту определенное значение веса в соответствии с выбранной шкалой. Полученные веса упорядочивают по возрастанию и исключают k % значений с каждого конца упорядоченного набора данных. Далее определяется среднее значение для каждого весового коэффициента.

Как правило, процент k усеченных значений устанавливается от 5 до 25, что определяет минимальное количество экспертов, принимающих участие в определении весовых коэффициентов.

Примеры определения весовых коэффициентов представлены в приложении А.

5.5 Оценка согласованности мнений экспертов

Для оценки согласованности мнений экспертов рабочей группы используют коэффициент конкордации W , т.е. коэффициент ранговой корреляции для группы, состоящей из m экспертов.

Для расчета значения коэффициента конкордации сначала находят суммарное значение ранга $\sum_{j=1}^m x_{ij}$ по каждому варианту на основе мнений всех экспертов, а затем – разность между этим значением и средней суммой рангов.

Средняя сумма рангов сравниваемых вариантов определяется по формуле:

$$x = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m x_{ij} = \frac{m(n+1)}{2} \quad (2)$$

Далее рассчитывается сумма квадратов отклонений суммарного значения ранга каждого из вариантов от средней суммы рангов по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij} - x)^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2 \quad (3)$$

где $(x_i - x)^2$ – квадрат отклонения суммарного значения ранга i -го варианта от средней суммы рангов.

Коэффициент конкордации рассматривается как отношение фактически полученной величины S к ее максимальному значению S_{max} для одной и той же группы экспертов и количества вариантов. Коэффициент конкордации обычно рассчитывается по формуле Кендалла:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \quad (4)$$

При наличии у какого-либо эксперта связанных рангов коэффициент конкордации вычисляется по формуле:

$$W = \frac{S}{S_{max}} = \frac{S}{\frac{1}{12} m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (5)$$

где

$T_j = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^{H_j} (t_{jk}^3 - t_{jk})$ – коэффициент, учитывающий наличие связанных вариантов у j -го эксперта;

$k = 1, \dots, H_j$ – номер группы связанных рангов у j -го эксперта;

H_j – число групп связанных рангов у j -го эксперта;

t_{jk} – число связанных рангов в k -й группе у j -го эксперта.

Пример расчета коэффициента конкордации представлен в приложении Б.

Конечное решение о согласованности мнений экспертов и значимости результатов экспертного определения весовых коэффициентов принимается Экспериментатором. Для качественной оценки степени согласованности мнений экспертов Экспериментатору рекомендуется использовать вербально-числовые шкалы, предложенные Марголиным и Харрингтоном (см. приложение В).

Приложение А
(справочное)

Примеры определения весовых коэффициентов

А.1 Метод парных сравнений. Пример

Анализируются весовые коэффициенты $[a_1, \dots, a_5]$ групп показателей качества, связанных с идентификацией, размером шаблона, временем выполнения операций, точностью определения параметров лица человека по изображению и нагрузочным тестированием соответственно.

В результате опроса первого эксперта получена следующая матрица парных сравнений:

| Весовой коэффициент i | Весовой коэффициент j | | | | | Сумма баллов | Ранг |
|-------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|------|
| | a_1 | a_2 | a_3 | a_4 | a_5 | | |
| a_1 | – | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 5 |
| a_2 | 0 | – | 0 | 0 | 1 | 1 | 1,5 |
| a_3 | 0 | 2 | – | 0 | 2 | 4 | 3 |
| a_4 | 0 | 2 | 2 | – | 2 | 6 | 4 |
| a_5 | 0 | 1 | 0 | 0 | – | 1 | 1,5 |

В результате опроса всех экспертов получены следующие ранги:

| Весовой коэффициент | Оценки экспертов | | | | | Суммарный ранг | Средний ранг |
|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|
| | \mathcal{E}_1 | \mathcal{E}_2 | \mathcal{E}_3 | \mathcal{E}_4 | \mathcal{E}_5 | | |
| a_1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| a_2 | 1,5 | 4 | 3 | 2,5 | 1 | 12 | 2,4 |
| a_3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 15 | 3 |
| a_4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 15 | 3 |
| a_5 | 1,5 | 1 | 1 | 2,5 | 2 | 8 | 1,6 |

Таким образом, весовые коэффициенты в рассматриваемом примере устанавливаются следующим образом: $a_1 = 5$, $a_2 = 2,4$, $a_3 = 3$, $a_4 = 3$, $a_5 = 1,6$.

А.2 Медианный метод. Пример 1

Анализируется весовой коэффициент a_1 (группа показателей качества, связанных с идентификацией).

В результате опроса экспертов получены следующие значения весового коэффициента:

| | |
|----------------|-----|
| 7, 5, 8, 6, 7. | (6) |
|----------------|-----|

Полученные значения выстраиваются в ряд по возрастанию (не убыванию):

| | |
|----------------|-----|
| 5, 6, 7, 7, 8. | (7) |
|----------------|-----|

В качестве медианного значения берется центральное (в данном случае – третье) значение, т.е., в рассматриваемом примере $a_1 = 7$.

А.3 Медианный метод. Пример 2

Анализируется весовой коэффициент a_2 (группа показателей качества, связанных с размером шаблона). В опросе участвуют шесть экспертов. В результате опроса экспертов получены следующие значения весового коэффициента:

| | |
|-------------------|-----|
| 3, 6, 5, 4, 2, 3. | (8) |
|-------------------|-----|

Полученные значения выстраиваются в ряд по возрастанию (не убыванию):

| | |
|-------------------|-----|
| 2, 3, 3, 4, 5, 6. | (9) |
|-------------------|-----|

В качестве медианного значения берется среднее арифметическое двух центральных (в данном случае – третьего и четвертого) значений, т.е., в рассматриваемом примере $a_2 = (3 + 4)/2 = 3,5$.

А.4 Метод усеченного среднего. Пример

Анализируется весовой коэффициент a_1 (группа показателей качества, связанных с идентификацией).

В результате опроса экспертов получены следующие значения весового коэффициента:

| | |
|-------------------------------|------|
| 7, 5, 8, 6, 7, 6, 3, 8, 9, 6. | (10) |
|-------------------------------|------|

Полученные значения выстраиваются в ряд по возрастанию (неубыванию):

| | |
|-------------------------------|------|
| 3, 5, 6, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 9. | (11) |
|-------------------------------|------|

По 10 % отбрасываются слева и справа:

| | |
|-------------------------|------|
| 5, 6, 6, 6, 7, 7, 8, 8. | (12) |
|-------------------------|------|

Оставшиеся 8 значений усредняются, т.е., в рассматриваемом примере $a_1 = (5 + 6 + 6 + 6 + 7 + 7 + 8 + 8)/8 = 6,625$.

Приложение Б
(справочное)

Пример расчета коэффициента конкордации

Пусть в результате опроса экспертов получены следующие оценки:

| Весовой коэффициент | Оценки экспертов | | | | | Суммарный ранг | Средний ранг |
|---------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| | Э ₁ | Э ₂ | Э ₃ | Э ₄ | Э ₅ | | |
| a_1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| a_2 | 1,5 | 4 | 3 | 2,5 | 1 | 12 | 2,4 |
| a_3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 15 | 3 |
| a_4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 15 | 3 |
| a_5 | 1,5 | 1 | 1 | 2,5 | 2 | 8 | 1,6 |

Средняя сумма рангов определяется по формуле (2) и равна $x = \frac{5 \cdot (5+1)}{2} = 15$.

Далее по формуле (3) рассчитывается сумма квадратов отклонений суммарного значения ранга каждого из вариантов от средней суммы рангов:

$$S = (25 - 15)^2 + (12 - 15)^2 + (15 - 15)^2 + (15 - 15)^2 + (8 - 15)^2 = 158.$$

Таким образом, согласно (5), коэффициент конкордации равен:

$$W = \frac{158}{\frac{1}{12} \cdot 5^2 \cdot (5^3 - 5) - 5 \cdot (T_1 + T_4)} \approx 0,645,$$

где

$$T_1 = T_4 = \frac{1}{12} (2^3 - 2) = \frac{1}{2}.$$

Приложение В
(справочное)

**Примеры оценки степени согласованности мнений экспертов
по Марголину и Харрингтону**

**В.1 Пример оценки степени согласованности мнений экспертов по
Марголину**

Пример оценки степени согласованности мнений экспертов по Марголину представлен в Таблице В.1.

Таблица В.1 – Оценка степени согласованности мнений экспертов по Марголину

| № | Значение коэффициента конкордации | Степень согласованности |
|---|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 | $0 \leq W \leq 0,1$ | Отсутствует |
| 2 | $0,1 < W \leq 0,3$ | Очень слабая |
| 3 | $0,3 < W \leq 0,5$ | Слабая |
| 4 | $0,5 < W \leq 0,7$ | Умеренная |
| 5 | $0,7 < W \leq 0,9$ | Высокая |
| 6 | $0,9 < W \leq 1$ | Очень высокая |

**В.2 Пример оценки степени согласованности мнений экспертов по
Харрингтону**

Пример оценки степени согласованности мнений экспертов по Харрингтону представлен в Таблице В.2.

Таблица В.2 – Оценка степени согласованности мнений экспертов по Харрингтону

| № | Значение коэффициента конкордации | Степень согласованности |
|---|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 | $0 \leq W \leq 0,2$ | Очень низкая |
| 2 | $0,2 < W \leq 0,37$ | Низкая |
| 3 | $0,37 < W \leq 0,64$ | Средняя |
| 4 | $0,64 < W \leq 0,8$ | Высокая |
| 5 | $0,8 < W \leq 0,9$ | Очень высокая |

Библиография

- 1 Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. — М.: Статистика, 1974. — 160 с.
- 2 Марголин Е. Методика обработки данных экспертного опроса // Полиграфия. 2006. No 5. — С. 14—16.