ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72546— 2026

Контроль неразрушающий

МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКИЕ. СПЕКТРАЛЬНЫЕ ВИДЕОСИСТЕМЫ

Общие требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Научно-технологический центр уникального приборостроения Российской академии наук (НТЦ УП РАН) и Обществом с ограниченной ответственностью «Геоскан» (ООО «Геоскан»).

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 февраля 2026 г. № 130-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 (*gost.e-ecolog.ru

© 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 Общие положения 3
5 Общие требования к спектральным видеосистемам 6
6 Методы проверки основных параметров (проверки работоспособности) 8
7 Методики контроля, проводимого с помощью спектральных видеосистем 9
Приложение А (рекомендуемое) Основные параметры, характеризующие спектральные каналы спектральной видеосистемы 11
Приложение Б (рекомендуемое) Классификационные признаки основных типов спектральных видеосистем 14
Приложение В (справочное) Форма акта проведения контроля с помощью спектральной видеосистемы 17
Приложение Г (справочное) Пример тест-объекта для проверки работоспособности спектральной видеосистемы 18

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль неразрушающий

МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКИЕ. СПЕКТРАЛЬНЫЕ ВИДЕОСИСТЕМЫ

Общие требования

Non-destructive testing. Optical methods. Spectral imaging systems. General requirements

Дата введения — 2026—02—21

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на спектральные видеосистемы при решении задач неразрушающего контроля материалов, изделий, веществ и природной среды. Стандарт устанавливает классификацию таких систем, общие требования, предъявляемые к ним, и методы проверки их основных параметров.

Примечание — Наряду с используемыми в настоящем стандарте терминами «контроль» и «контролируемый объект» в зависимости от задачи, решаемой с помощью спектральной видеосистемы, могут применяться термины «исследование» и «исследуемый объект».

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ Р 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ Р 2.610 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов

ГОСТ Р 8.563 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений

ГОСТ Р 8.674 Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к средствам измерений и техническим системам и устройствам с измерительными функциями

ГОСТ Р 8.820 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения

ГОСТ Р 56510 Метрологическое обеспечение в области неразрушающего контроля

ГОСТ Р 58399 Контроль неразрушающий. Методы оптические. Общие требования

ГОСТ Р 59606 Оптика и фотоника. Устройства фотоприемные второго и последующих поколений. Методы измерений фотоэлектрических параметров и определения характеристик

ГОСТ Р 70652 Контроль неразрушающий. Методы оптические. Системы технического зрения. Общие требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулирования и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указа-

Издание официальное

телю «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 утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрачивающее 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 14254, ГОСТ 12.4.026, ГОСТ Р 2.601, ГОСТ Р 2.610, ГОСТ Р 70652, ГОСТ Р 56510, ГОСТ Р 59606, ГОСТ Р 8.563, ГОСТ Р 8.674, ГОСТ Р 8.820, ГОСТ Р 58399, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **спектральная система:** Оптико-электронная система, позволяющая регистрировать спектральные зависимости интенсивности электромагнитного излучения оптического диапазона или параметров исследуемого объекта.

Примечание — Спектрально зависимые величины в данном стандарте приводятся как функции длины волны электромагнитного излучения λ. Также допустимо задавать их как функции его оптической пространственной частоты $v = 1/\lambda$.

3.2 **спектральный канал:** Одно из допустимых состояний перестраиваемой по спектру спектральной системы, в котором осуществляется регистрация оптического излучения в определенном спектральном поддиапазоне, либо подсистема многоканальной спектральной системы, обеспечивающая такую регистрацию.

Примечание — К перестраиваемым по спектру спектральным системам относятся системы с одним окном пропускания, которое может последовательно настраиваться на разные участки спектра электромагнитного излучения.

3.3 **рабочий спектральный диапазон спектральной системы:** Совокупность (объединение) поддиапазонов всех спектральных каналов спектральной системы.

3.4 **полный спектральный диапазон спектральной системы:** Диапазон, ограничиваемый минимальной и максимальной длиной волны светового излучения, к которому чувствительна система ($\lambda_1 \ldots \lambda_N$ либо $\lambda_{1min} \ldots \lambda_{Nmax}$).

3.5 **коэффициент спектрального заполнения спектральной системы:** Доля полезной (рабочей) части полного спектрального диапазона спектральной системы, то есть суммарная ширина всех рабочих участков, отнесенная к ширине полного спектрального диапазона.

3.6 **коэффициент спектрального перекрытия пары каналов спектральной системы:** Отношение ширины общего участка (перекрытия поддиапазонов) двух каналов к полусумме ширин этих каналов.

Примечание — Коэффициент спектрального перекрытия может иметь значение от 0 (для пары неперекрывающихся каналов) до 1 (для пары полностью совпадающих каналов).

3.7 **спектральная видеосистема; спектральная система с разрешением по пространству; изображающая спектральная система; спектральная камера; спектральная видеокамера:** Спектральная система технического зрения, обеспечивающая регистрацию изображений $I(x, y)$ в различных спектральных каналах λ_n.

3.8 **спектральное изображение [снимок]:** Изображение $I(x, y, \lambda_n)$, регистрируемое спектральной видеосистемой в одном (n-м) из ее спектральных каналов.

3.9 **спектральный отсчет**: Интенсивность электромагнитного излучения $I(x_i, y_j, \lambda_n)$, регистрируемая спектральной видеосистемой в отдельном пикселе (i, j) одного n-го из ее спектральных каналов.

3.10 **пространственно-спектральные данные:** Совокупность спектральных отсчетов спектральной видеосистемы, образующих трехмерный массив $I(x_i, y_j, \lambda_n)$, характеризующий распределение по пространству (или углу) спектральных характеристик объекта (приходящего светового потока).

3.11 **полный набор пространственно-спектральных данных:** Пространственно-спектральные данные всех каналов многоканальной спектральной системы или пространственно-спектральные дан-

ные перестраиваемой по спектру спектральной системы, измеренные с максимально высоким пространственным разрешением и в максимальном числе спектрально независимых спектральных каналов.

Примечание — Пара спектральных каналов в общем случае считается спектрально независимой, если центральные длины волн каналов не попадают в спектральный поддиапазон другого канала.

3.12 **мультиспектральная система; мультиспектральная видеосистема; система мультиспектральной визуализации:** Спектральная видеосистема с относительно небольшим (до нескольких десятков) числом спектральных каналов, которые могут быть расположены как вплотную, так и с промежутками.

3.13 **гиперспектральная система; гиперспектральная видеосистема; система гиперспектральной визуализации:** Спектральная видеосистема с большим (сотни и тысячи) числом спектральных каналов, которые, как правило, расположены вплотную, без промежутков.

3.14 **мультиспектральная камера [видеокамера]:** Пассивная мультиспектральная видеосистема, не содержащая источника освещения (подсветки) контролируемого объекта.

3.15 **гиперспектральная камера [видеокамера]:** Пассивная гиперспектральная видеосистема, не содержащая источника освещения (подсветки) контролируемого объекта.

3.16 **видеоспектрометр:** Спектральная видеосистема, обеспечивающая измерение спектральных характеристик объекта $I(\lambda_n)$ в различных точках поля зрения x, y.

3.17 **мультиспектрометр; мультивидеоспектрометр:** Мультиспектральная система, обеспечивающая измерение спектральных характеристик объекта $I(\lambda_n)$ в различных точках поля зрения x, y.

3.18 **гиперспектрометр; гипервидеоспектрометр:** Гиперспектральная система, обеспечивающая измерение спектра $I(\lambda)$ или спектральных характеристик объекта $I(\lambda_n)$ в различных точках поля зрения x, y.

4 Общие положения

4.1 Требования, установленные настоящим стандартом, должны использоваться в стандартах, технических условиях, нормативной, конструкторской, технологической и эксплуатационной документации для конкретных спектральных видеосистем.

4.2 Спектральные видеосистемы классифицируются по следующим признакам.

4.2.1 По функциональному назначению:

- индикаторные, предназначенные для визуализации и/или контрастного отображения контролируемых объектов,
- измерительные, предназначенные для измерения, вычисления, определения характеристик контролируемых объектов,
- аналитические, предназначенные для обнаружения искомых объектов (признаков) и идентификации элементов изображения или спектра,
- адаптивные (саморегулирующиеся), отличающиеся возможностью варьировать (подстраивать) алгоритм работы, режимы и параметры съемки в зависимости от получаемой информации и поставленной задачи, в том числе с использованием искусственных нейронных сетей и элементов искусственного интеллекта.

4.2.2 По режимам работы:

а) по способу сбора пространственно-спектральных данных:

- с одномоментной регистрацией спектра(ов) и со сканированием по пространству: одно- или двухкоординатным,
- с одномоментной регистрацией изображений и сканированием по спектру: непрерывным, скачкообразным или управляемым,
- с регистрацией пространственно-спектральных данных без сканирования (однокадровые системы);

б) по степени управляемости:

- с детерминированным режимом съемки,
- с управляемым режимом съемки, подразумевающим управление процессом переключения каналов или сканирования по спектру и по пространству,
- с гибким режимом съемки, обеспечивающим возможность вариации отдельных параметров или выбора разных алгоритмов регистрации данных.

4.2.3 По спектральным характеристикам (приложение А):

а) по числу спектральных каналов N:

- с малым числом спектральных каналов ($N \leq 10$),
- со средним числом спектральных каналов ($10 < N < 50$),
- с большим числом спектральных каналов ($N \geq 50$);

б) по расположению спектральных каналов:

- с плотным (сплошным) заполнением (плотно расположенными спектральными каналами), когда расстояние между центрами соседних спектральных каналов $\lambda_{n+1} - \lambda_n$ не превышает полусуммы их ширин $(\Delta\lambda_{n+1} + \Delta\lambda_n) / 2$,
- с неплотным (редким) заполнением, когда расстояние между центрами соседних спектральных каналов $\lambda_{n+1} - \lambda_n$ превышает полусумму их ширин $(\Delta\lambda_{n+1} + \Delta\lambda_n) / 2$,
- с неоднородным заполнением, когда присутствуют участки с плотным и с неплотным заполнением;

в) по возможностям управления спектральными каналами:

- с управляемым числом спектральных каналов N,
- с управляемым положениями спектральных каналов λ_n,
- с управляемой формой (и/или шириной) спектральных каналов $S_n(\lambda)$,
- с неизменяемыми количеством спектральных каналов N, их положением λ_n и формой $S_n(\lambda)$.

4.2.4 По составу:

а) по типу спектральных элементов и физическому принципу их функционирования:

- на устройствах, разлагающих излучение в угловой спектр (тонких дифракционных решетках),
- на фильтрующих элементах: наборах оптических фильтров, на перестраиваемых по спектру фильтрах (акустооптических, жидкокристаллических, др.),
- на интерференционных элементах, осуществляющих принцип селективной модуляции (кодирования), в том числе на принципах фурье-спектроскопии,
- на иных диспергирующих элементах;

б) по количеству приемников излучения:

- с одним приемником излучения,
- с несколькими (двумя и более) приемниками излучения;

в) по структуре приемников излучения:

- с точечным(и) приемником(ами) излучения,
- с многоэлементным(и) линейно упорядоченным(и) приемником(ами) излучения,
- линейкой(ами) фотодетекторов,
- с многоэлементным(и) двумерным(и) приемником(ами) излучения,
- матрицей(ами) фотодетекторов;

г) по типу приемника(ов) излучения:

- с монохромным(и) приемником(ами) излучения, чувствительным(и) только к его интенсивности,
- с цветным(и) (трехцветным(и), RGB) приемником(ами) излучения, имеющим(и) три типа чувствительных элементов с различной спектральной чувствительностью, адаптированные к зрению человека,
- с многоцветным(и) приемником(ами) излучения, имеющим(и) несколько чувствительных элементов с различной спектральной чувствительностью;

д) по типу освещения:

- без подсветки,
- с лазерным или монохроматическим освещением,
- с широкополосным (неселективным) освещением.

4.2.5 По конструктивным и эксплуатационным характеристикам:

а) по массогабаритным характеристикам и мобильности:

- стационарные: не предназначенные для перемещения к анализируемым объектам,
- передвижные: допускающие перемещение и которые могут быть доставлены к месту расположения анализируемых объектов,
- переносные: допускающие переноску и которые могут быть доставлены человеком к месту расположения анализируемых объектов,
- бортовые: размещаемые на подвижной платформе и которые могут быть доставлены к месту расположения анализируемых объектов и способные анализировать их с разных ракурсов;

б) по способу энергопитания:

- автономные: с собственным источником питания,
- сетевые: питаемые от сети (или иного общепринятого источника энергии),
- малопотребляющие (низковольтные), способные питаться от бытовых устройств (например, от персонального компьютера) и внешних аккумуляторов;

в) по условиям эксплуатации:

- лабораторные: требующие нормальных или специальных условий,
- внелабораторные: допускающие эксплуатацию в полевых условиях, промышленной среде и т. п.,
- «встраиваемые» системы, работающие в составе комплексов, в которых обеспечены требуемые условия (например, морского, авиационного или космического базирования).

Спектральные видеосистемы допускается классифицировать по сочетанию признаков, указанных в 4.2.1—4.2.5. В описании системы должны присутствовать все характеризующие ее классификационные признаки, изложенные выше. Примеры основных типов спектральных видеосистем и их классификационных признаков приведены в приложении Б.

4.3 Количество спектральных каналов N характеризует степень разнообразия спектральных свойств и определяет общую информативность системы. В общем случае оно ограничивает максимальное число вычисляемых неизвестных, например, содержания отдельных компонент в смеси веществ.

Примечание — Количество спектральных каналов перестраиваемой по спектру спектральной системы ограничивается числом разрешимых спектральных положений. Используемый критерий разрешения должен быть указан, например, как отношение полного спектрального диапазона к ширине спектрального канала (приложение А).

4.4 Плотность расположения спектральных каналов задается коэффициентом спектрального заполнения и определяет, есть ли промежутки («нерабочие участки» спектра) между ними, которые могут приводить к потере значимой информации и фактически сокращают рабочий спектральный диапазон.

4.5 Спектральный канал видеосистемы характеризуется функцией $S(\lambda)$, описывающей спектральную зависимость ее чувствительности. Эта функция, как правило, может считаться финитной, то есть заданной в пределах ограниченного диапазона спектра, за пределами которого ее величина пренебрежимо мала. Основными параметрами, описывающими n-й спектральный канал $S_n(\lambda)$, являются его положение λ_n, ширина $\Delta\lambda_n$ и амплитудный коэффициент $S\max_n$ (А.1).

Функция $S(\lambda)$ должна учитывать (включать) все спектрально зависимые величины, характеризующие преобразование излучения спектральной видеосистемой: коэффициенты пропускания спектральных и других оптических элементов, квантовую эффективность приемника излучения и пр.

Величина S может приводиться в единицах измерения спектральной характеристики чувствительности в соответствии с ГОСТ 59606, а также приводиться в виде нормированной спектральной зависимости чувствительности $S_n(\lambda) / S\max$ с указанием значения величины $S\max$ и ее единиц измерения.

Примечание — Если форма (или ширина, или амплитуда) спектральных каналов различна по спектру или по изображению (полю зрения прибора), то следует приводить в графическом, табличном или аналитическом виде функцию $S_n(\lambda)$ либо аналитическую и/или экспериментальную зависимость ее параметров от длины волны λ и (или) пространственных координат x, y.

4.6 Положение n-го спектрального канала λ_n симметричной формы задается его центральной длиной волны и определяет выделяемую спектральную компоненту электромагнитного излучения (А.1).

Примечание — В случае, когда форма функции $S_n(\lambda)$ не является симметричной (А.1), положение «середины» спектрального канала λ_n определяется как медианное значение, то есть положение «центра тяжести» кривой $S_n(\lambda)$ в пределах его чувствительности, и задается условием $\int_{\lambda_{n\min}}^{\lambda_n} S_n(\lambda)\,d\lambda \Big/ \int_{\lambda_{n\min}}^{\lambda_{n\max}} S_n(\lambda)\,d\lambda = 0{,}5.$

4.7 Ширина спектрального канала (ширина спектрального поддиапазона канала) определяется как ширина $\Delta\lambda_n$ функции $S_n(\lambda)$ на полувысоте (по уровню $S\max_n/2$). Эта величина задает спектральную селективность (спектральное разрешение) и определяет, насколько близкие спектральные линии исследуемого объекта могут быть выделены, что влияет на распознавание веществ с близкими спектрами.

Примечание — Как правило, ширина поддиапазона определяется по уровню 0,5, а в ином случае уровень, по которому определяются границы поддиапазона, должен указываться в документации на прибор в явном виде и упоминаться везде, где используются параметры ширины канала.

4.8 Амплитудный коэффициент *S*max равен максимальному значению функции $S(\lambda)$ и определяет максимальную чувствительность спектральной видеосистемы в данном спектральном канале.

4.9 Если функция $S(\lambda)$ является многооконной, то есть имеет два и более рабочих участка (окна), как правило, близких по форме и площади, то вышеуказанные параметры (положение, ширина и амплитудный коэффициент) указываются для каждого окна отдельно.

5 Общие требования к спектральным видеосистемам

5.1 Требования к спектральной видеосистеме должны быть указаны в технической документации на нее, методике контроля или иной нормативной документации, действующей на предприятии-пользователе в отношении ее применения.

5.2 Основные требования предъявляются к оптическим, временны́м и электрическим параметрам спектральной видеосистемы, условиям проведения контроля, записи информации, метрологическому обеспечению, оформлению результатов контроля и эксплуатационной документации.

5.3 К оптическим параметрам, требующим указания, относятся:

- спектральный диапазон (при наличии — нерабочие спектральные полосы);
- количество, положение, форма и ширина спектральных каналов;
- необходимость перестройки, возможность варьирования спектральных параметров;
- угловое (или линейное) поле зрения;
- глубина резко изображаемого пространства;
- тип и параметры приемника(ов) излучения (общее число, количество пикселей, размер пикселя, динамический диапазон каждого приемника и др.);
- тип спектральных элементов;
- пространственное и временно́е разрешение.

Примечание — Если форма (или ширина) спектральных каналов зависит от их положения λ_n и (или) пространственных координат *x*, *y*, то следует приводить аналитическую и/или экспериментальную зависимость формы (или ширины) от λ_n.

5.4 К временны́м параметрам, требующим указания, относятся:

- диапазон возможных значений времени экспонирования приемника излучения;
- минимально возможное время регистрации полного набора пространственно-спектральных данных;
- время развертывания (подготовки к использованию) спектральной видеосистемы.

5.5 К электрическим параметрам, требующим указания, относятся:

- максимальная потребляемая мощность;
- допустимые параметры внешней питающей сети;
- время непрерывной работы от аккумулятора (при его наличии);
- время полной зарядки аккумулятора (при его наличии).

5.6 К условиям проведения контроля, требующим указания, относятся:

- допустимый температурный диапазон окружающей среды;
- допустимый диапазон влажности окружающей среды;
- необходимость наличия подсветки контролируемого объекта;
- необходимость подготовки контролируемого объекта.

5.7 Для осуществления записи данных требуется предоставление следующей информации:

- форматы записи файлов;
- совокупность записываемых данных (спектральные изображения, комментарии, измерительная и другая информация);
- возможность сохранения обработанных (трансформированных и размеченных с нанесенными данными, комментариями, метками и пр.) изображений;
- место хранения файлов (путь к папке на носителе информации).

5.8 К метрологическому обеспечению (при его наличии) применяют следующие требования.

Нормируемые метрологические характеристики в соответствии с ГОСТ Р 8.674 должны включать:

- указание вида измеряемой величины (величин) и ее (их) размерность(и);

- диапазон(ы) измерений;
- виды, значения и диапазоны влияющих величин (при необходимости);
- пределы допустимой погрешности или неопределенности для каждого выделенного диапазона (поддиапазона) измеряемых величин.

Пределы допустимой погрешности могут быть выражены в форме приведенных, относительных или абсолютных погрешностей и при необходимости могут быть приведены в зависимости от назначения и условий применения системы.

При соблюдении рабочих условий измерений значения погрешности не должны выходить за пределы допустимых погрешностей, которые определены соответствующими требованиями эксплуатационной документации или указаны в описании типа средства измерения.

Методика измерения должна быть аттестована в соответствии с требованиями предприятия-пользователя, а при применении в сфере государственного регулирования — в соответствии с ГОСТ Р 8.563.

Используемые для проверки работоспособности и проведения измерений калибровочные и (или) поверочные тест-объекты должны быть подробно описаны и (или) входить в комплект поставки спектральной видеосистемы. Параметры и характеристики тест-объектов, подлежащие анализу, должны быть аттестованы метрологическими службами.

Подтверждение пригодности метрологического обеспечения должно проводиться по ГОСТ Р 8.820 и ГОСТ Р 56510.

5.9 При оформлении результатов контроля объекта(ов), проводимого с помощью спектральной видеосистемы, приводят следующую информацию:

- сведения о времени, месте и условиях проведения контроля;
- об использованной аппаратуре;
- о применяемом метрологическом обеспечении;
- совокупность записанных данных (изображение, комментарии, измерительную и другую информацию);
- выводы на основе анализа записанных данных (при наличии).

Результаты контроля с помощью спектральной видеосистемы должны оформляться в виде протокола, содержащего следующие сведения:

- дату и время начала и окончания проведения контроля;
- место проведения контроля;
- марку, модель, серийный номер и комплектность спектральной видеосистемы;
- результаты проверки работоспособности используемой спектральной видеосистемы;
- условия проведения контроля;
- описание объекта контроля и схемы контроля (регистрации пространственно-спектральных данных) и задачи контроля;
- методику контроля и перечень использованных регламентирующих нормативных документов, описание использованного метрологического обеспечения (при наличии);
- описание (тип, формат, объем и др.) зарегистрированных данных;
- количество и тип носителей информации, использованных для хранения зарегистрированных данных;
- результаты контроля (при наличии) и заключение о состоянии объекта контроля;
- дополнительные сведения, необходимые для пояснения особенностей проведения и результатов контроля (при наличии);
- должность(и), квалификацию, фамилию(и), инициалы и подпись(и) специалиста(ов), проводившего(их) контроль.

Примечание — Если в процессе контроля относительное расположение спектральной видеосистемы и контролируемого объекта изменялось, то следует указывать географические координаты узлов многоугольника, описывающего контролируемую область.

Пример протокола приведен в приложении В.

5.10 К эксплуатационной документации предъявляются следующие требования.

Спектральная видеосистема должна комплектоваться эксплуатационными документами, представленными на бумажном или электронном носителях на русском языке в соответствии с ГОСТ Р 2.601, ГОСТ Р 2.610. Обязательно наличие хотя бы одного эксплуатационного документа. Документация на языках, отличных от русского, может прилагаться в качестве дополнительной.

В эксплуатационной документации должны содержаться следующие сведения:

- наименование предприятия-изготовителя и его контактные данные;
- заводской (серийный) номер изделия;
- дата изготовления, дата начала гарантийных обязательств предприятия-изготовителя (поставщика), их срок действия и объем;
- комплектность;
- классифицирующие признаки по 4.2;
- рекомендуемая(ые) схема(ы) регистрации пространственно-спектральных данных;
- параметры регистрируемого изображения(й) [размер, разрядность (битность), время экспонирования, усиление и др.], доступные функции трансформации изображения(й) (увеличение, поворот, растяжение, наложение масок, коррекция искажений и др.);
- имеющиеся программные инструменты работы с изображением (оконтуривание, нанесение меток, наложение сетки и др.);
- отображаемые на экране параметры и характеристики объекта или его элементов;
- средства, интерфейсы и протоколы коммуникации с внешними устройствами.
- информация в соответствии с требованиями 5.3 — 5.8;
- методика проверки работоспособности, включая проверку основных параметров;
- методика калибровки и/или поверки (при наличии);
- методика измерений (если спектральная видеосистема относится к измерительным);
- информация о соответствии требованиям действующих технических регламентов Российской Федерации и Таможенного союза (для продукции, подлежащей обязательному декларированию);
- допустимые условия хранения и эксплуатации;
- степень защиты (код IP) системы, ее составных частей и вспомогательных приспособлений от проникновения твердых предметов и воды согласно ГОСТ 14254;
- степень защиты от других факторов (при необходимости).

Если эксплуатационные документы имеют значительный объем, следует дополнительно к ним выпустить краткий вариант руководства для помощи оператору при вводе спектральной видеосистемы в эксплуатацию.

Формат и оформление эксплуатационной документации должны предполагать удобную работу с документацией как в лабораторных, так и в полевых условиям (если спектральная видеосистема допускает внелабораторное использование).

5.11 Работа со спектральной видеосистемой не должна создавать угрозу жизни или здоровью оператора и угрозу повреждения контролируемого объекта. При наличии опасных или вредных факторов об этом должна быть сделана соответствующая запись в эксплуатационной документации, а на самом изделии и его упаковке нанесены предупреждающие надписи и/или символы в соответствии с ГОСТ 12.4.026.

6 Методы проверки основных параметров (проверки работоспособности)

6.1 Проверка работоспособности (эксплуатационный контроль по ГОСТ 16504) спектральной видеосистемы должна проводиться в процессе подготовительных работ к процедуре оптического контроля с целью подтверждения отсутствия неисправностей, препятствующих проведению контроля и решению указанных в методике контроля задач. Результаты проверки работоспособности приводятся в акте проведения контроля.

6.2 Объем, периодичность и порядок проверки работоспособности узлов и составных частей спектральной видеосистемы должны быть указаны в эксплуатационной документации. Проверка работоспособности спектральной видеосистемы включает:

- проверку комплектности;
- осмотр целостности упаковки (тары);
- технический осмотр основных узлов и составных частей;
- сверку срока, прошедшего с даты проведения последней калибровки (поверки), с интервалом между калибровками (поверками), установленным эксплуатационной документацией (если спектральная видеосистема относится к измерительным);
- сборку (при необходимости) и тестирование;
- проверку основных параметров.

6.3 Технический осмотр основных узлов и составных частей спектральной видеосистемы направлен на выявление деформаций их внешних поверхностей, отклонения взаимного расположения

элементов от штатного, нарушений целостности конструкции, нарушения сопряжения узлов (заклинивания, люфта и пр.) и др.

6.4 Тестирование спектральной видеосистемы состоит:

- из проверки рабочих условий на соответствие требованиям 5.6;
- включения (запуска);
- наблюдения изображения тест-объекта, содержащего в себе основные признаки или образцы подлежащих выявлению дефектов и характерных особенностей контролируемого объекта;
- регистрации пространственно-спектральных данных тест-объекта;
- проверки корректности функционирования по критериям, установленным эксплуатационной документацией.

Примечание — Допускается применение (одновременное или последовательное) нескольких тест-объектов, содержащих различные (геометрические, спектральные и др.) характерные особенности, подлежащие выявлению в процессе контроля. Допускается автоматическая проверка корректности функционирования спектральной видеосистемы и отображение ее результатов с помощью программного обеспечения, входящего в комплект поставки спектральной видеосистемы, на основе алгоритмов цифровой обработки пространственно-спектральных данных тест-объекта. Пример тест-объекта для проверки работоспособности спектральной видеосистемы приведен в приложении Г.

6.5 К основным параметрам спектральной видеосистемы, подлежащим проверке, могут относиться оптические (5.3), временны́е (5.4) и метрологические (5.8). Проверка основных параметров осуществляется по методикам предприятия-изготовителя, как правило, на основе регистрации, обработки и анализа пространственно-спектральных данных тест-объекта(ов), входящего(их) в комплект поставки спектральной видеосистемы.

Примечание — Допускается автоматическая проверка основных параметров и отображение ее результатов с помощью программного обеспечения, входящего в комплект поставки спектральной видеосистемы, на основе алгоритмов цифровой обработки пространственно-спектральных данных тест-объекта.

6.6 В случае неисправности спектральной видеосистемы должны быть проведены предусмотренные операции по устранению неисправности путем чистки внешних оптических поверхностей, регулировки параметров (времени экспонирования, усиления и пр.) приемника излучения и яркости источника света (при наличии) и принятия других мер согласно эксплуатационной документации. При наличии бликов следует убедиться в возможности их устранения путем изменения ракурса осмотра и расстояния до тест-объекта.

6.7 Выявленные в процессе проверки работоспособности или эксплуатационного контроля неисправности спектральной видеосистемы, самостоятельное устранение которых не предусмотрено его эксплуатационной документацией, являются признаком неработоспособности.

7 Методики контроля, проводимого с помощью спектральных видеосистем

7.1 Разработка методик контроля с помощью спектральной видеосистемы осуществляется на основе исходных данных, указанных в технических заданиях, технических условиях, стандартах или других документах на конкретные объекты контроля.

7.2 К исходным данным для разработки методик контроля относятся:

- объект контроля и его характеристики (габаритные, спектральные и др.);
- условия контроля;
- задачи контроля и документы, устанавливающие их (при наличии);
- значения параметров или характеристик, подлежащих контролю;
- метрологические требования;
- нормы или критерии оценки точности и достоверности методики (если требуется);
- другие требовании (при наличии).

7.3 Разработка методики может включать:

- определение классифицирующих признаков (по 4.2) спектральной видеосистемы, оптимальной для решения задач контроля;
- выбор оптимальной марки и модели спектральной видеосистемы;

- определение оптимального режима сбора пространственно-спектральных данных и алгоритмов их обработки;
- определение критериев принятия решений по результатам контроля;
- подготовку проекта методики контроля;
- экспериментальную проверку и отработку методики контроля;
- подготовку окончательной редакции методики.

7.4 Методика контроля должна включать следующие разделы:

- «Назначение методики контроля»;
- «Описание средства (средств) контроля»;
- «Описание метода (методов) контроля»;
- «Требования к квалификации персонала»;
- «Требования к условиям контроля»;
- «Меры безопасности»;
- «Требования к метрологическому обеспечению»;
- «Подготовка к выполнению контроля»;
- «Порядок проведения контроля»;
- «Обработка результатов контроля»;
- «Оформление результатов контроля».

7.5 В методике контроля рекомендуется приводить ссылки на официально опубликованные документы, содержащие требования или сведения, необходимые для реализации методики.

Приложение А
(рекомендуемое)

Основные параметры, характеризующие спектральные каналы спектральной видеосистемы

А.1 На рисунке А.1 приведены примеры зависимостей чувствительности $S_1(\lambda)$, описывающие спектральные каналы симметричной и несимметричной формы. На нем введены следующие обозначения:

- λ_1 — положение спектрального канала;
- $\Delta\lambda_1$ — ширина спектрального канала по уровню 0,5;
- Smax — амплитудный коэффициент;
- λ_{1min} и λ_{1max} — спектральные границы спектрального канала.

В первом случае положение спектрального канала описывается длиной волны λ_1, соответствующей максимуму $S\max_1$ зависимости чувствительности $S_1(\lambda)$. В случае, когда функция $S_1(\lambda)$ не симметрична, за положение центра спектрального канала принимается длина волны λ_1, соответствующая положению «центра тяжести» фигуры, ограниченной этой функцией (4.6) — медианное значение.

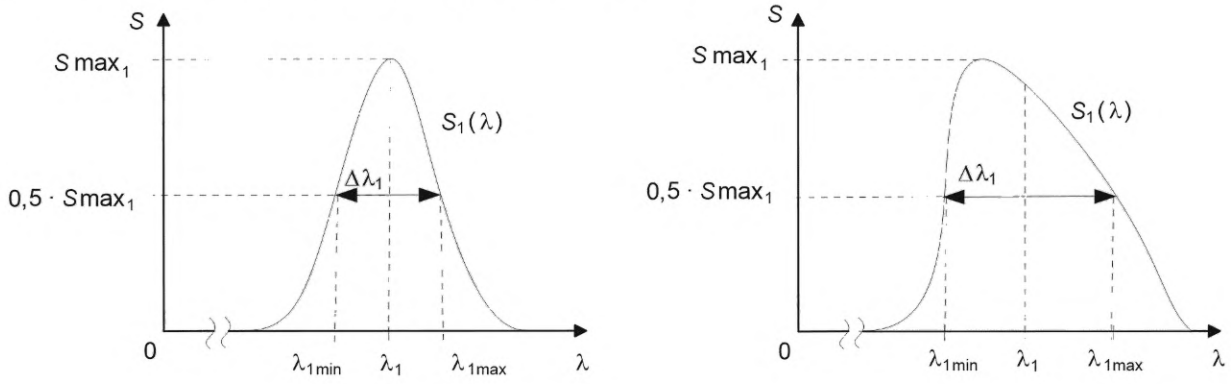


Рисунок А.1 — Примеры зависимостей чувствительности $S_1(\lambda)$ в спектральных каналах симметричной (а) и несимметричной (б) формы. Площади под кривой $S_1(\lambda)$ слева и справа от λ_1 равны

А.2 На рисунке А.2 приведен пример зависимостей чувствительности $S_n(\lambda)$ в N спектральных каналах одинаковой формы, то есть $S_1(\lambda - \lambda_1) = S_2(\lambda - \lambda_2) = .. = S_N(\lambda - \lambda_N)$, для спектральной системы с неплотным (редким) заполнением. На нем дополнительно к рисунку Б.1 введены следующие обозначения:

- λ_n — положение n-го (n = 1, 2..N) спектрального канала;
- $\Delta\lambda_n$ — ширина n-го спектрального канала по уровню 0,5;
- $S\max_n$ — амплитудный коэффициент.
- N — число спектральных каналов;
- $\Delta\lambda$ — спектральный диапазон спектральной системы.

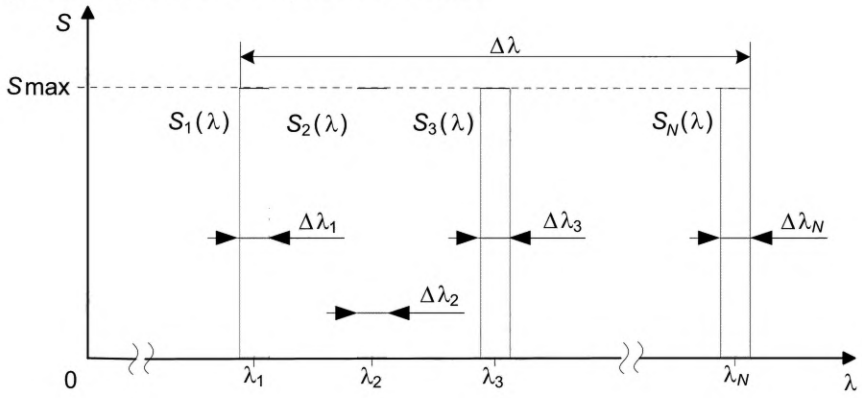


Рисунок А.2 — Пример зависимостей чувствительности $S_n(\lambda)$ в спектральной системе с неплотным заполнением спектральными каналами одинаковой формы

А.3 На рисунке А.3 приведен пример зависимостей чувствительности $S_n(\lambda)$ в N спектральных каналах различной формы спектральной системы с неплотным (редким) заполнением.

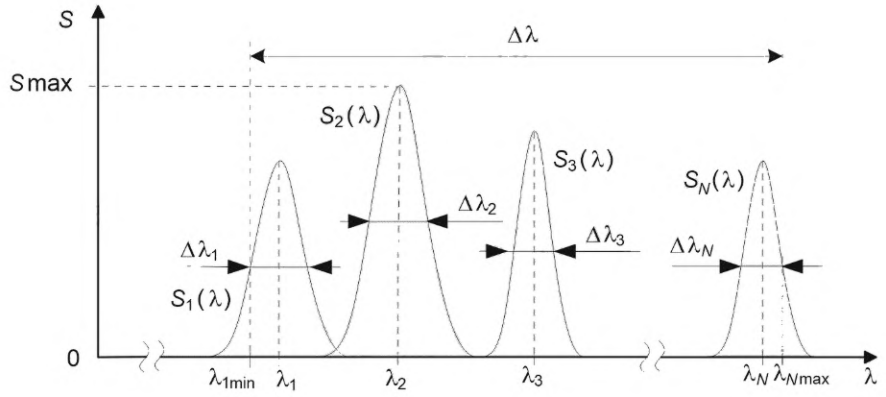


Рисунок А.3 — Пример зависимостей чувствительности $S_n(\lambda)$ в спектральной системе с неплотным заполнением спектральными каналами различной формы

А.4 На рисунке А.4 приведен пример зависимостей чувствительности $S_n(\lambda)$ в N спектральных каналах одинаковой формы, то есть $S_1(\lambda - \lambda_1) = S_2(\lambda - \lambda_2) = .. = S_N(\lambda - \lambda_N)$, спектральной системы с плотным заполнением.

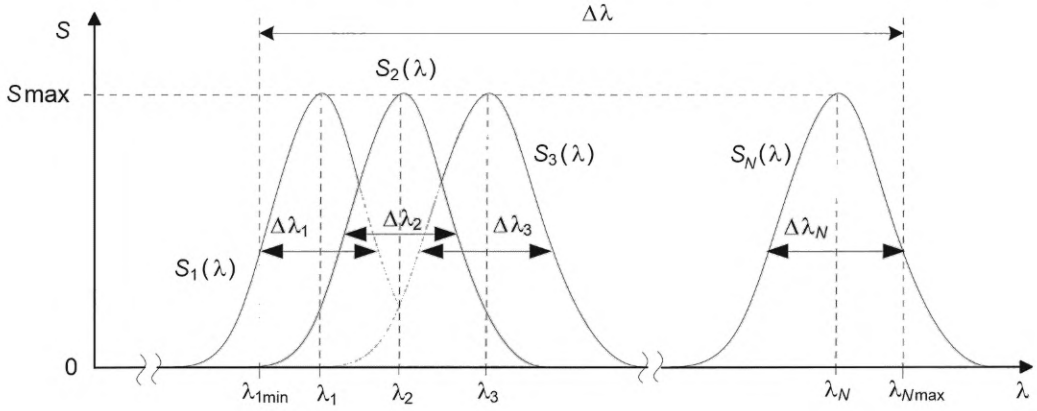


Рисунок А.4 — Пример зависимостей чувствительности $S_n(\lambda)$ в спектральной системе с плотным заполнением спектральными каналами одинаковой формы

А.5 На рисунке А.5 приведен пример зависимостей чувствительности $S_n(\lambda)$ в N спектральных каналах одинаковой формы с неоднородным заполнением. У такой спектральной системы в пределах полного спектрального диапазона $\lambda_{1min} \ldots \lambda_{1max}$ присутствуют участки с плотным и с неплотным заполнением. На рисунке А.5 дополнительно к рисункам А.1 и А.3 введены следующие обозначения:

- Λp_n — n-й рабочий участок спектра;
- $\Lambda нр_n$ — n-й нерабочий (не используемый) участок спектра.

При этом коэффициент спектрального заполнения η определяется как суммарная ширина всех рабочих участков спектра $\Lambda p = \sum_{n=1}^{N} \Lambda p_n$, отнесенная к ширине полного спектрального диапазона $\Delta\lambda$: $\eta = \Lambda p / \Delta\lambda$.

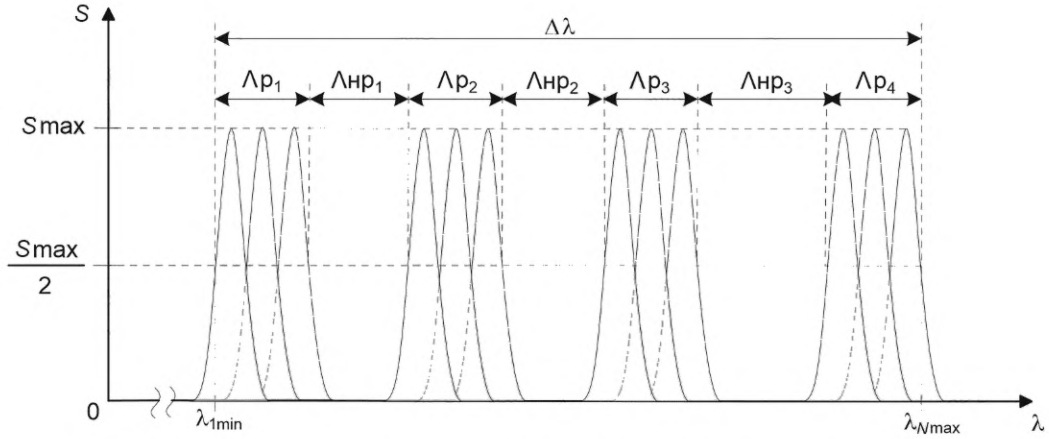


Рисунок А.5 — Пример зависимостей чувствительности $S_n(\lambda)$ в спектральной системе с неоднородным заполнением спектральными каналами одинаковой формы

Приложение Б
(рекомендуемое)

Классификационные признаки основных типов спектральных видеосистем

Б.1 В таблице Б.1 приведены иллюстрации, поясняющие принципы функционирования основных типов спектральных видеосистем, и их классификационные признаки согласно 4.2.

В таблице Б.1 введены следующие обозначения:

- «+» — постоянный классификационный признак;
- «±» — возможный классификационный признак;
- «–» — невозможный классификационный признак.

Примечание — Ввиду разнообразия вариантов реализации разных методов регистрации, некоторые из них допускают отнесение к нескольким подгруппам по определенным группам классификационных признаков.

Таблица Б.1 — Классификационные признаки основных типов спектральных видеосистем

Основные методы			Классификационные признаки					
			Сканирование по пространству (2-координатное)	Сканирование по пространству (1-координатное)	Сканирование по спектру	Попиксельная спектральная фильтрация	Апертурное разделение и спектральная фильтрация	Многокамерная регистрация со спектральной фильтрацией
Режимы работы (4.2.2)	способы сбора спектрально-пространственных данных	спектральная регистрация с пространственным сканированием	+	+	–	–	–	–
		регистрация изображений со спектральным сканированием	–	–	+	–	–	–
		регистрация полного массива данных без сканирования	–	–	–	+	+	+
	степень управляемости	детерминированный режим съемки	–	–	–	+	+	+
		управляемый режим съемки	+	±	+	–	–	–
		гибкий режим	–	–	+	–	–	–
Спектральные характеристики (4.2.3)	число спектральных каналов	малое (до 10)	–	–	–	+	+	+
		среднее (10—50)	±	±	±	+	+	–
		большое (свыше 50)	+	+	+	–	–	–
	расположение спектральных каналов	плотное (сплошное)	+	+	±	±	±	±
		неплотное (редкое)	–	–	±	±	±	±
		неоднородное	–	–	±	+	+	+
	возможность управления параметрами спектральных каналов	число каналов	–	–	±	–	–	–
		положением каналов	±	±	+	–	–	–
		форма канала	–	–	±	–	–	–
		без управления	+	+	±	+	+	+

Окончание таблицы Б.1

Основные методы			Классификационные признаки					
			Сканирование по пространству (2-координатное)	Сканирование по пространству (1-координатное)	Сканирование по спектру	Попиксельная спектральная фильтрация	Апертурное разделение и спектральная фильтрация	Многокамерная регистрация со спектральной фильтрацией
Состав системы (4.2.4)	типы спектральных элементов и принципы их работы	разложение в угловой спектр	+	+	–	–	–	–
		спектральная фильтрация	–	–	+	+	+	+
		интерференционные методы (фазовое кодирование)	–	–	±	–	–	–
		иные диспергирующие элементы	–	–	±	–	–	±
	число приемников излучения	один	+	+	+	+	+	–
		несколько	–	–	–	±	±	+
	структура приемников излучения	одноэлементный	±	–	–	–	–	–
		многоэлементный (линейка приемников излучения)	+	–	–	–	–	–
		многоэлементный (матрица приемников излучения)	–	+	+	+	+	+
	тип приемников излучения	монохромные	+	+	+	–	+	+
		цветные (трехцветные — RGB)	–	–	–	+	–	±
		многоцветные	–	–	–	+	–	–

Приложение В
(справочное)

Форма акта проведения контроля с помощью спектральной видеосистемы

УТВЕРЖДАЮ
Должность, организация

_____
(инициалы, фамилия)

_____
(дата) М.П.

Акт проведения контроля

1. Дата и время начала и окончания проведения контроля.
2. Место(а) начала и окончания проведения контроля.
3. Должность(и), квалификация, фамилия(и) и инициалы лица, проводившего(их) контроль.
4. Условия проведения контроля.
5. Марка, модель, серийный (заводской) номер и комплектность спектральной видеосистемы.
6. Результаты проверки работоспособности используемой спектральной видеосистемы.
7. Описание объекта контроля.
8. Задачи контроля.
9. Схема контроля в соответствии с ГОСТ Р 58399 с указанием геометрических параметров, описывающих взаимное положение спектральной видеосистемы, объекта контроля и источника излучения (при наличии).
10. Описание использованного метрологического обеспечения (при наличии).
11. Методика контроля, включая описание методов цифровой обработки зарегистрированных пространственно-спектральных данных.

Примечание — Допускается методику контроля представить в виде приложения к акту контроля.

12. Перечень использованных нормативных документов, регламентирующих требования к объекту или методике контроля (при наличии).
13. Описание (тип, формат, объем и пр.) зарегистрированных данных и носителя(ей) информации, на котором(ых) они хранятся.

Примечание — Допускается носитель(и) информации с данными, полученными в ходе контроля, приложить к акту контроля.

14. Результаты контроля.
15. Заключение о состоянии объекта контроля.
16. Дополнительные сведения, необходимые для пояснения особенностей проведения и результатов контроля (при наличии).

Контроль провел(и):

_____
(инициалы, фамилия)

_____
(дата)

_____ _____
(дата) (инициалы, фамилия)

Приложение Г
(справочное)

Пример тест-объекта для проверки работоспособности спектральной видеосистемы

Г.1 Тест-объект должен содержать в себе основные признаки или образцы подлежащих выявлению дефектов (признаков) и характерных особенностей контролируемого объекта: спектральных, геометрических и др. Регистрация пространственно-спектральных данных тест-объекта должна позволять проверить корректность работы спектральной видеосистемы.

Г.2 Тест-объект может содержать одну или несколько групп элементов одинакового или переменного размера, имеющих различные и заданные с известной точностью параметры или характеристики, подлежащие анализу.

На рисунке Г.1 приведен пример тест-объекта для проверки работоспособности спектральной видеосистемы в части корректности определения спектров отражения и учета нелинейного отклика приемника излучения. Он содержит 2 группы элементов. Первая включает 8 элементов с 4 различными спектрами отражения $R(\lambda)$ — по 2 элемента каждого типа. Вторая включает 8 элементов с постоянным по спектру коэффициентом отражения, имеющим 4 различных значения ρ — по 2 элемента каждого типа.

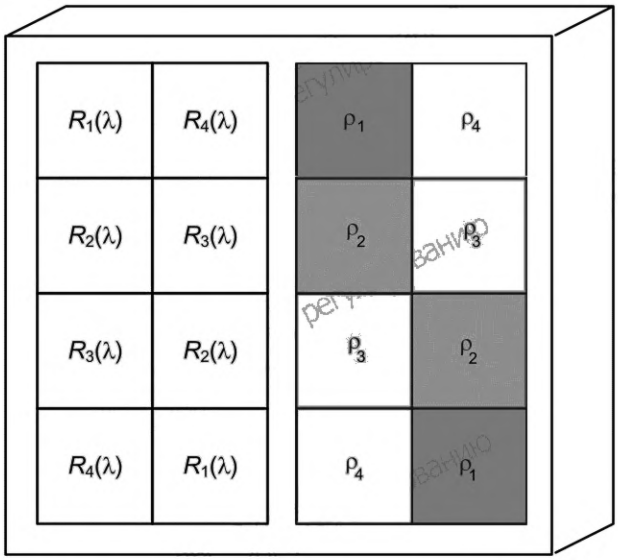


Рисунок Г.1 — Пример тест-объекта для проверки работоспособности спектральной видеосистемы

Примечание — Для равномерного покрытия площади тест-объекта он может содержать несколько областей с одинаковыми свойствами, расположенных в различных его частях.

Г.3 Размеры тест-объекта должны соответствовать линейному полю зрения спектральной видеосистемы. В случае, если поле зрения спектральной видеосистемы значительно превосходит размеры тест-объекта, допускается перемещение тест-объекта и последовательная регистрация (и анализ) его пространственно-спектральных данных. При этом размер элементов тест-объекта должен быть достаточен для уверенного определения их характеристик.

Примечание — Для сокращения времени, необходимого для проверки работоспособности спектральной видеосистемы, допускается при ее проведении одновременное размещение нескольких одинаковых тест-объектов в различных областях поля зрения.

Г.4 Материал тест-объекта выбирается, исходя из условий проверки работоспособности спектральной видеосистемы и должен сохранять свои характеристики в процессе ее проведения при любых допустимых условиях эксплуатации спектральной видеосистемы.

УДК 17.180.30:006.354 ОКС 19.100

Ключевые слова: оптический контроль, спектральные свойства, система технического зрения, мультиспектральная аппаратура, гиперспектральная съемка, видеоспектрометр

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 16.02.2026. Подписано в печать 02.03.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

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