

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 28 » 07 20 21 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловизоры инфракрасные Infratec ImageIR

МП 207-040-2021

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

Настоящая методика распространяется на тепловизоры инфракрасные Infracore ImageIR (далее – тепловизоры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Метрологические и технические характеристики тепловизоров в зависимости от модели приведены в Приложении 1.

Поверка тепловизоров проводится методом прямых измерений при помощи излучателей в виде модели абсолютно черного тела.

Прослеживаемость поверяемых тепловизоров к государственным первичным эталонам (ГЭТ 34-2020; ГЭТ 35-2021) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

1 Перечень операций поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
2. Опробование средства измерений	7.2	Да	Да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
4.1 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	9.1	Да	Нет
4.2 Определение погрешности измерения радиационной температуры	9.2	Да	Да
4.3 Определение порога температурной чувствительности	9.3	Да	Нет

Примечания:

- 1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;
- 2) допускается возможность проведения поверки в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся в пределах от -10 до +2500 °С (в соответствии с градуировкой, произведенной на заводе-изготовителе), при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- 3) в случае комплектации тепловизора дополнительными объективами, операции поверки выполняются для каждого объектива.

2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение метрологических	Рабочие эталоны 1-го и 2-го разрядов по	Диапазон воспроизводимых температур от минус 10 до	Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
характеристик средства измерений	ГОСТ 8.558-2009	плюс 2500 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 не более: $\delta = (0,6 \text{ } ^\circ\text{C} \dots 5,8 \text{ } ^\circ\text{C})$ – для эталонов 1-го разряда, $\delta = (1,0 \text{ } ^\circ\text{C} \dots 11,7 \text{ } ^\circ\text{C})$ – для эталонов 2-го разряда (в диапазоне температуры от минус 10 до плюс 2500 °С)	70/-40/80 (Регистрационный № 69533-17), Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-30/900/2500 (Регистрационный № 38818-08), Излучатели в виде модели абсолютно черного тела М300 (Регистрационный № 56559-14) и др. Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100 (Регистрационный № 26476-10)
	Тепловой тест-объект с переменной щелью	Излучательная способность не менее 0,96	-
	Тепловой тест-объект с метками	Излучательная способность не менее 0,96	-
	Измерительная линейка	Длина 500 мм, ц.д. 1 мм	-
	Поворотный столик	Точность задания угла 1°	-
Контроль условий проведения поверки		Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 до плюс 25 °С ($\Delta = \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (не более)), относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % ($\Delta = \pm 3 \text{ } \%$ (не более)) Измерение атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа ($\Delta = \pm 5 \text{ гПа}$ (не более))	Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др. Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.
Примечания:			
1. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие			

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
<p>свидетельства о поверке, эталоны должны быть аттестованы или поверены, испытательное оборудование должно быть аттестовано.</p> <p>2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p> <p>3. Для проведения поверки необходимо установить на компьютер управляющее ПО IRBIS®</p>			

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, прошедшими обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с тепловизорами.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 24 июля 2013 года № 328н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации тепловизоров.

5 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7;

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие маркировки тепловизора эксплуатационной документации на него;
- отсутствие посторонних шумов при встряхивании;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого тепловизора, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

Тепловизор, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка тепловизора к поверке

7.1.1 Тепловизор перед проведением поверки должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 до 25 °С не менее 30 минут.

7.1.2 Включить тепловизор нажатием переключателя. Переключатель загорится синим цветом. Спустя несколько секунд светодиодный индикатор состояния начнет мигать синим цветом справа вверху, и ещё через несколько секунд включится мотор охладителя детектора, сопровождающийся шумом. Через несколько минут будет достигнута требуемая рабочая температура детектора, и громкость шума охладителя снизится. Мигание светодиодного индикатора состояния закончится после завершения процесса охлаждения. При достижении рабочей температуры светодиод будет сначала непрерывно гореть синим цветом в течение короткого времени, затем включится детектор. После успешного завершения инициализации, светодиодный индикатор состояния будет непрерывно гореть зелёным

цветом.

7.1.3 Затем с помощью управляющего программного обеспечения IRBIS® необходимо установить соединение с камерой в соответствии с Руководством по эксплуатации (далее по тексту – РЭ), загрузив корректные калибровочные данные.

7.2 Опробование средства измерений и проверка работы тепловизора в различных режимах

Тепловизор и эталонный излучатель – протяженное черное тело (далее – ПЧТ) подготавливают к работе согласно РЭ на них. Тепловизор наводят на излучающую поверхность излучателя. Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С.

Выбирают подходящий набор калибровочных данных для установленного объектива с помощью управляющего ПО и проверяют работу тепловизора во всех режимах, предусмотренных РЭ.

Если хотя бы на одном из режимов работы тепловизора не выполняются функции, указанные в РЭ, поверку не проводят.

8 Проверка программного обеспечения средств измерений

При выполнении п. 7.1.3 при загрузке управляющего ПО IRBIS® отобразится информация об идентификационном номере программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	IRBIS®
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	3.1
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

9.1.1 Выбор рабочего расстояния

Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с переменной щелью.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы. Выбирают подходящий набор калибровочных данных для установленного объектива с помощью управляющего ПО.

В тепловом тест-объекте устанавливают максимальную ширину щели и измеряют максимальную температуру щели в термограмме.

В качестве рабочего расстояния (R) выбирают максимальное расстояние между объективом тепловизора и тепловым тест-объектом с переменной щелью, которое обеспечивает максимальное значение температуры щели в термограмме, при полном раскрытии щели.

9.1.2 Определение угла поля зрения (вариант 1)

Тепловизор устанавливают на поворотном столике, обеспечивающем возможность поворота и регистрации угла поворота столика относительно неподвижного основания в двух плоскостях, так, чтобы ось вращения совпадала с вертикальной плоскостью, проходящей через переднюю поверхность входного объектива тепловизора.

Температурный режим протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность.

Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном в 9.1.1.

На мониторе ПК наблюдают тепловое изображение теплового тест-объекта. Поворачивая тепловизор с помощью поворотного столика в горизонтальной плоскости, совмещают вертикальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с левым и правым краями термограммы и регистрируют соответствующие углы на шкале столика ϑ_{x1} и ϑ_{x2} , град.

Изображение центра теплового тест-объекта возвращают в центральную область термограммы. Поворачивая тепловизор в вертикальной плоскости, совмещают горизонтальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с нижним и верхним краями термограммы и регистрируют соответствующие углы на шкале столика ϑ_{y1} и ϑ_{y2} , град.

9.1.3 *Определение угла поля зрения (вариант 2)*

Температурный режим протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном в 9.1.1. Выбирают подходящий набор калибровочных данных для установленного объектива с помощью управляющего ПО.

На полученной термограмме отмечают крайние метки, регистрируемые по вертикали или по горизонтали. Измеряют расстояние между крайними метками теплового тест-объекта (мм) и расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме в элементах разложения термограммы (эл.).

9.2 *Проверка диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры*

Измерения проводятся на расстоянии между источником излучения в виде модели черного тела (далее – АЧТ) и тепловизором, обеспечивающем перекрытие апертурой излучателя не менее 20 % угла поля зрения тепловизора. Излучающую поверхность эталонного излучателя совмещают с центральной областью термограммы.

Определение погрешности тепловизора проводят не менее чем в пяти точках диапазона рабочих температур тепловизора (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона). В зависимости от измеряемой температуры и используемого объектива выбирают подходящий набор калибровочных данных для установленного объектива с помощью управляющего ПО. После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, тепловизором не менее пяти раз измеряют радиационную температуру излучателя. Определяют среднее значение радиационной температуры эталонного излучателя по термограмме t_{cp}^t (°С) с учетом его излучательной способности и температуры радиационного фона.

9.3 *Определение порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму)*

9.3.1 *Определение порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму).*

ПЧТ и тепловизор подготавливают к работе согласно РЭ. Устанавливают температуру ПЧТ равной 30 °С. Измерения проводятся на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизора. Выбирают подходящий набор калибровочных данных для установленного объектива с помощью управляющего ПО.

Наводят тепловизор на центральную область апертуры излучателя и фиксируют тепловизор в выбранном положении. Записывают с помощью управляющего ПО в память компьютера две термограммы через короткий промежуток времени.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

10.1.1 Вариант 1

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитывают соответственно по формулам:

$$\varphi_x = |\vartheta_{x1} - \vartheta_{x2}|, \text{ градус} \quad (1)$$

$$\varphi_y = |\vartheta_{y1} - \vartheta_{y2}|, \text{ градус} \quad (2)$$

Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать указанным в Приложении 1.

10.1.2 Вариант 2

Мгновенный угол поля зрения γ рассчитывают по формуле:

$$\gamma = \frac{2}{a} \arctg \frac{A}{2R}, \text{ рад.} \quad (3)$$

где A – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта, мм;

a – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме, эл.;

R – расстояние, определенное в пункте 6.3.1, мм.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитывают соответственно по формулам:

$$\varphi_x = \gamma \cdot X \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \quad (4)$$

$$\varphi_y = \gamma \cdot Y \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \quad (5)$$

где γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать указанным в Приложении 1.

10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при проверке диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры

10.2.1 Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt в диапазоне измерений температуры от минус 10 до плюс 100 °С включительно рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t_{cp}^t - t_{cp}, \text{ °С} \quad (6)$$

где t_{cp}^t – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °С.

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры δ в диапазоне

измерений температуры свыше плюс 100 °С рассчитывают по формуле:

$$\delta = \frac{t'_{cp} - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где t'_{cp} – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °С

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (6) или (7), не превышает значений, приведенных в Приложении 1 (в зависимости от диапазона).

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму)

10.3.1 Определяют разность температур Δt_{ij} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью управляющего ПО, прилагаемого к тепловизору, или рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)}, \quad ^\circ\text{C} \quad (8)$$

где $t_{ij}^{(1)}$ – температура элемента разложения первой термограммы с координатами (i;j), °С;

$t_{ij}^{(2)}$ – температура элемента разложения второй термограммы с координатами (i;j), °С.

Матрицу разностей температур Δt_{ij} представляют в виде числового ряда Δt_i . Порог температурной чувствительности $\Delta t_{пор}$ рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{пор} = 0,707 \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\Delta t_i - \bar{\Delta t})^2}{n}}, \quad ^\circ\text{C} \quad (9)$$

где Δt_i – разность температур i -го элемента разложения термограмм, °С;

$\bar{\Delta t}$ – средняя разность температур, °С;

n – количество элементов разложения в термограмме.

Значение $\Delta t_{пор}$ не должно превышать указанного в Приложении 1.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки тепловизоров в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 Тепловизоры, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

11.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Начальник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС

А.А. Игнатов

Ведущий инженер отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»

М.В. Константинов

Приложение 1

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей
4300, 4355, 5300, 5355

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)			
	4300	4355	5300	5355
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +150			
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -10 до +100 °С, °С	±2,0		±1,0	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0		±1,0	
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,015			
Спектральный диапазон, мкм	от 2 до 5,5 (от 3,7 до 4,8) ^(**)			
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00			
Примечания: ^(*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся в пределах от -10 до +2500 °С; ^(**) – по дополнительному заказу				

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей
7300, 7355, 8300, 8355

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)			
	7300	7355	8300	8355
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +150			
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -10 до +100 °С, °С	±2,0		±1,0	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0		±1,0	
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,025			
Спектральный диапазон, мкм	от 2 до 5,5 (от 3,7 до 4,8) ^(**)			
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00			
Примечания: ^(*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся				

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)			
	7300	7355	8300	8355
в пределах от -10 до +2500 °С; (**) – по дополнительному заказу				

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей
7350, 8300hs, 8320, 8350

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)			
	7350	8300hs	8320	8350
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +200			
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -10 до +100 °С, °С	±2,0	±1,0		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0	±1,0		
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,025			
Спектральный диапазон, мкм	от 2 до 5,5 (от 3,7 до 4,8) ^(**)			
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00			
Примечания: (*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся в пределах от -10 до +2500 °С; (**) – по дополнительному заказу				

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей
8300hp, 8350hp, 8355hp, 8350hs

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)			
	8300hp	8350hp	8355hp	8350hs
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +300		от -10 до +150	от -10 до +250
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -10 до +100 °С, °С	±1,0			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±1,0			
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,025			
Спектральный диапазон, мкм	от 2 до 5,5 (от 3,7 до 4,8) ^(**)			
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00			

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)			
	8300hp	8350hp	8355hp	8350hs
Примечания: (*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся в пределах от -10 до +2500 °С; (**) – по дополнительному заказу				

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 9300, 9320, 9350

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)		
	9300	9320	9350
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +400		
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -10 до +100 °С, °С	±1,0		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±1,0		
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,03		
Спектральный диапазон, мкм	от 3,7 до 4,8		
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00		
Примечание: (*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся в пределах от -10 до +2500 °С.			

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 9400, 9400 hp, 9400 hs, 9420, 9450, 9450 hs, 9450 hp

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +300
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -10 до +100 °С, °С	±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±1,0
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,03
Спектральный диапазон, мкм	от 3,6 до 4,9
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00
Примечание: (*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся	

Наименование характеристики	Значение
в пределах от -10 до +2500 °С.	

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 9450 BV, 9450 BV hs, 9450 BV hp

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +200
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -40 до +100 °С, °С	±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±1,0
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,03
Спектральный диапазон, мкм	от 2 до 5,5
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00
Примечание: (*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся в пределах от -10 до +2500 °С.	

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 9500, 9550, 9555, 10300, 10350

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)	
	9500, 9550, 9555	10300, 10350
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +200	
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -40 до +100 °С, °С	±1,0	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±1,0	
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,025	0,035
Спектральный диапазон, мкм	от 3,6 до 4,9	
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00	
Примечание: (*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся в пределах от -10 до +2500 °С.		

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 8800, 8855, 8855hp

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры (стандартный), °С	от -10 до +150
Диапазон измерений температуры (опциональный), °С	от -10 до +1200 (от -10 до +1500, от -10 до +2000, от -10 до +2500) ^(*)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -40 до +100 °С, °С	±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±1,0
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С, не более	0,025
Спектральный диапазон, мкм	от 7,7 до 10,2
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00
Примечание: ^(*) - в соответствии с заказом тепловизоры могут быть отградуированы на заводе-изготовителе в диапазоне температур, отличном от приведенного в таблице, но находящимся в пределах от -10 до +2500 °С.	

Метрологические характеристики объективов тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 8800, 8855, 8855 hp

Наименование характеристики	Значение
Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали: - стандартный ИК-объектив 25 мм - широкоугольный объектив 13 мм* - телеобъектив 50 мм* - телеобъектив 100 мм* - телеобъектив 200 мм*	21,7°×17,5° 40,5°×32,9° 11,0°×8,8° 5,5°×4,4° 2,7°×2,2°
Фокусное расстояние, мм: - стандартный ИК-объектив 25 мм - широкоугольный объектив 13 мм* - телеобъектив 50 мм* - телеобъектив 100 мм* - телеобъектив 200 мм*	25 13 50 100 200
Пространственное разрешение, мрад: - стандартный ИК-объектив 25 мм - широкоугольный объектив 13 мм* - телеобъектив 50 мм* - телеобъектив 100 мм* - телеобъектив 200 мм*	0,6 1,2 0,3 0,15 0,08
Примечание: ^(*) – по дополнительному заказу	

Метрологические характеристики объективов тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 4300, 4355, 5300, 5355, 7300, 7355, 7350, 8300, 8300 hp, 8320, 8350, 8350 hp, 8350 hs, 8355, 8355 hp, 8300 hs

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)	
	4300, 4355, 5300, 5355	7300, 7355, 7350, 8300, 8300 hp, 8320, 8350, 8350 hp, 8350 hs, 8355, 8355 hp, 8300 hs
Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали: - стандартный ИК-объектив 25 мм - широкоугольный объектив 12 мм* - телеобъектив 50 мм* - телеобъектив 100 мм* - телеобъектив 200 мм* - микрообъектив 1х* - микрообъектив 3х* - микрообъектив 8х*		21,7°×17,5° 43,6°×35,5° 11,0°×8,8° 5,5°×4,4° 2,7°×2,2° 9,6°×7,7° 3,2°×2,6° 1,2°×0,96°
Фокусное расстояние, мм: - стандартный ИК-объектив 25 мм - широкоугольный объектив 12 мм* - телеобъектив 50 мм* - телеобъектив 100 мм* - телеобъектив 200 мм* - микрообъектив 1х* - микрообъектив 3х* - микрообъектив 8х*		25 12 50 100 200 - - -
Пространственное разрешение, мрад: - стандартный ИК-объектив 25 мм - широкоугольный объектив 12 мм* - телеобъектив 50 мм* - телеобъектив 100 мм* - телеобъектив 200 мм* - микрообъектив 1х* - микрообъектив 3х* - микрообъектив 8х*	1,2 2,5 0,6 0,3 0,15 - - -	0,6 1,3 0,3 0,15 0,08 - - -
Примечание: (*) – по дополнительному заказу		

Метрологические характеристики объективов тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 9300, 9320, 9350, 10300, 10350

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)	
	9300, 9320, 9350	10300, 10350
Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали: - стандартный ИК-объектив 50 мм - широкоугольный объектив 25 мм* - телеобъектив 100 мм* - телеобъектив 200 мм* - микрообъектив 1х* - микрообъектив 8х*		21,7°×17,5° 42,0°×34,2° 11,0°×8,8° 5,5°×4,4° 19,0°×15,0° 2,4°×1,92°
Фокусное расстояние, мм:		50

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)	
	9300, 9320, 9350	10300, 10350
- стандартный ИК-объектив 50 мм	25	
- широкоугольный объектив 25 мм*	100	
- телеобъектив 100 мм*	200	
- телеобъектив 200 мм*	-	
- микрообъектив 1х*	-	
- микрообъектив 8х*	-	
Пространственное разрешение, мрад:		
- стандартный ИК-объектив 50 мм	0,3	0,2
- широкоугольный объектив 25 мм*	0,6	0,4
- телеобъектив 100 мм*	0,15	0,1
- телеобъектив 200 мм*	0,08	-
- микрообъектив 1х*	-	-
- микрообъектив 8х*	-	-
Примечание: (*) – по дополнительному заказу		

Метрологические характеристики объективов тепловизоров инфракрасных InfraTec ImageIR моделей 9400, 9400 hp, 9400 hs, 9420, 9450, 9450 hs, 9450 hp, 9450 BB, 9450 BB hs, 9450 BB hp, 9500, 9550, 9555

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)	
	9400, 9400 hp, 9400 hs, 9420, 9450, 9450 hs, 9450 hp, 9450 BB, 9450 BB hs, 9450 BB hp	9500, 9550, 9555
Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали:		
- стандартный ИК-объектив 25 мм	28,7°×23,1°	34,2°×19,6°
- телеобъектив 50мм*	14,6°×11,7°	17,5°×9,9°
- телеобъектив 100 мм*	7,3°×5,9°	8,8°×4,9°
- телеобъектив 200 мм*	3,7°×2,9°	4,4°×2,5°
- микрообъектив 1х*	13,0°×10,0°	15,0°×9,0°
- микрообъектив 8х*	1,60°×1,28°	1,92°×1,08°
Фокусное расстояние, мм:		
- стандартный ИК-объектив 25 мм	50	
- телеобъектив 50мм*	25	
- телеобъектив 100 мм*	100	
- телеобъектив 200 мм*	200	
- микрообъектив 1х*	-	
- микрообъектив 8х*	-	
Пространственное разрешение, мрад:		
- стандартный ИК-объектив 25 мм	0,4	0,5
- телеобъектив 50мм*	0,2	0,2
- телеобъектив 100 мм*	0,10	0,12
- телеобъектив 200 мм*	0,05	0,06
- микрообъектив 1х*	-	-
- микрообъектив 8х*	-	-
Примечание: (*) – по дополнительному заказу		