

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный  
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77  
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66  
www.vniims.ru

**СОГЛАСОВАНО**



Государственная система обеспечения единства измерений

**Тепловизоры инфракрасные BALTECH TR**

**МП 207-026-2022**

с изменением № 1

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

г. Москва  
2023 г.

## Общие положения

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

Проверка приборов проводится методом непосредственного сличения с излучателями в виде модели абсолютно черного тела.

Прослеживаемость поверяемых тепловизоров к государственным первичным эталонам (ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям приказа Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

*(Измененная редакция, Изм. № 1)*

## 1 Перечень операций поверки

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

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр	Да	Да	6
2. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
3. Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.2
4. Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
5. Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
5.1 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	Да	Нет	9.1
5.2 Определение погрешности измерения радиационной температуры	Да	Да	9.2
5.3 Определение порога температурной чувствительности	Да	Нет	9.3
6. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10

### Примечания:

- 1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;
  - 2) при проведении периодической поверки по согласованию с заказчиком допускается возможность проведения поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений температуры, 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.

*(Измененная редакция, Изм. № 1)*

## 2 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

### 3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Проверка тепловизоров должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с тепловизорами.

#### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от 15 °C до 25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег.№ 53505-13
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13

п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ, в т.ч. протяженные, диапазон воспроизводимых температур от минус 20 °C до плюс 1700 °C, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253	Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 70/-40/80 (Регистрационный № 69533-17), Излучатели в виде модели абсолютно черного тела М300 (Регистрационный № 56559-14), Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-30/900/2500 (Регистрационный № 38818-08), Калибраторы температуры инфракрасные Fluke 418 мод. Fluke 4180, Fluke 4181 (Регистрационный № 40221-08), Излучатели – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100 (Регистрационный № 26476-10) и др.
	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°	-

Примечания:

1. Все средства измерений (в том числе применяемые в качестве эталона), применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны, применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись об аттестации в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.
2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений), и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

## **5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 N 903Н);
- 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.

## **6 Внешний осмотр средства измерений**

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие маркировки тепловизора эксплуатационной документации на него;
- отсутствие посторонних шумов при встремлении;
- 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 Контроль условий поверки**

7.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

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 °C.

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 включении тепловизора в меню информации об устройстве отображена информация об идентификационном номере программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать, указанным в таблицах 3-6.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО тепловизоров инфракрасных BALTECH TR моделей BALTECH TR-0120, BALTECH TR-0150

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V1.0.12
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО тепловизоров инфракрасных BALTECH TR модели BALTECH TR-0102N

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V1.1.20
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

Таблица 5 - Идентификационные данные ПО тепловизоров инфракрасных BALTECH TR моделей BALTECH TR-0140N-1, BALTECH TR-0140N-2, BALTECH TR-0170N

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V1.0.6
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

Таблица 6 - Идентификационные данные ПО тепловизоров инфракрасных BALTECH TR моделей BALTECH TR-0160N, BALTECH TR-0180N, BALTECH TR-0190N

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V4.0.0.11
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

*(Измененная редакция, Изм. № 1)*

## 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 °C. 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 на дисплее тепловизора.

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 °C. 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 на дисплее тепловизора. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном в 9.1.1.

На дисплее тепловизора 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  $\vartheta_{x1}$  и  $\vartheta_{x2}$ , 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  $\vartheta_{y1}$  и  $\vartheta_{y2}$ , 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.

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 Определение погрешности измерения радиационной температуры

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

Определение погрешности тепловизора проводят не менее чем в пяти точках диапазона рабочих температур тепловизора (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона). 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)

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.

Наводят тепловизор на центральную область апертуры излучателя и фиксируют тепловизор в выбранном положении. Записывают с помощью ПО в память тепловизора две термограммы через короткий (8-10) с 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  $\varphi_x$  и по вертикали  $\varphi_y$  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  $\varphi_x$  и  $\varphi_y$  должны соответствовать указанным в Описании типа.

##### 10.1.2 Вариант 2

Мгновенный угол поля зрения  $\gamma$  рассчитывают по формуле:

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

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  $\varphi_x$  и по вертикали  $\varphi_y$  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  $\gamma$  – мгновенный угол поля зрения, рад;

$X$  – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

$Y$  – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Значения углов поля зрения  $\varphi_x$  и  $\varphi_y$  должны соответствовать значениям, приведенным 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  $\Delta t$  в диапазоне измерений температуры от минус 20 до плюс 100 °C включительно рассчитывают по формуле:

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

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

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

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры  $\delta$  в диапазоне измерений температуры выше плюс 100 °C рассчитывают по формуле:

$$\delta = \frac{t_{cp}^t - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

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

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

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

Допускается возможность проведения периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений температуры, на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, при этом делается соответствующая запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

В случае поверки тепловизоров на меньшем числе поддиапазонов измерений температуры погрешность измерений определяется не менее, чем в четырех контрольных точках этого поддиапазона измерений, соответствующих нижнему и верхнему пределам поддиапазона измерений, а также двух промежуточных точек, лежащим внутри этого поддиапазона.

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

10.3.1 Определяют разность температур  $\Delta t_{ij}$  для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью автономного ПО, прилагаемого к тепловизору, и рассчитывают по формуле:

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

где  $t_{ij}^{(1)}$  – температура элемента разложения первой термограммы с координатами (i;j),  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{ij}^{(2)}$  – температура элемента разложения второй термограммы с координатами (i;j),  $^\circ\text{C}$ .

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

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

где  $\Delta t_i$  – разность температур  $i$ -го элемента разложения термограмм,  $^\circ\text{C}$ ;

$\bar{\Delta t}$  – средняя разность температур,  $^\circ\text{C}$ ;

$n$  – количество элементов разложения в термограмме.

Значение  $\Delta t_{\text{пор}}$  не должно превышать значений, приведенных в Приложении 1.

*(Измененная редакция, Изм. № 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  
ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов

Ведущий инженер отдела 207  
метрологического обеспечения термометрии  
ФГБУ «ВНИИМС»

М.В. Константинов

Приложение 1

Таблица 1 - Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных BALTECH TR моделей BALTECH TR-0120, BALTECH TR-0150

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)	
	BALTECH TR-0120	BALTECH TR-0150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °C включ., °C		±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 до +1200 °C включ., %		±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +1200 °C, %		±4,0
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C		≤0,07
Углы поля зрения (в зависимости от объектива), градус по горизонтали × градус по вертикали: - стандартный объектив 1x - широкоугольный объектив 1/2x - телефото объектив 2x - сверхдлиннофокусный объектив 3x	24°×18° 48°×37° 12°×9° -	24°×18° 48°×37° 12°×9° 6°×4,5°

Таблица 2 - Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных BALTECH TR модели BALTECH TR-0102N

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)	
	BALTECH TR-0102N	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °C включ., °C		±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °C, %		±2,0
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C		≤0,05
Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали		42°×32°

Таблица 3 - Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных BALTECH TR моделей BALTECH TR-0140N-1, BALTECH TR-0140N-2, BALTECH TR-0170N

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)		
	BALTECH TR-0140N-1	BALTECH TR-0140N-2	BALTECH TR-0170N
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °C включ., °C			±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 до +1200 °C включ., %			±2,0

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)		
	BALTECH TR-0140N-1	BALTECH TR-0140N-2	BALTECH TR-0170N
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +1200 °C, %	$\pm 4,0$		
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C	$\le 0,05$	$\le 0,04$	
Углы поля зрения (в зависимости от объектива), градус по горизонтали × градус по вертикали: - стандартный объектив 1x - широкоугольный объектив 1/2x - телефото объектив 2x - сверхдлиннофокусный объектив 3x	$24^\circ \times 18^\circ$ $48^\circ \times 36^\circ$ $12^\circ \times 9^\circ$ $7,4^\circ \times 5,6^\circ$	$24^\circ \times 18^\circ$ $48^\circ \times 36^\circ$ $12^\circ \times 9^\circ$ $6,2^\circ \times 4,7^\circ$	

Таблица 4 - Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных BALTECH TR моделей BALTECH TR-0160N, BALTECH TR-0180N, BALTECH TR-0190N

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модели)		
	BALTECH TR-0160N	BALTECH TR-0180N	BALTECH TR-0190N
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +5 °C включ., °C	$\pm 2,0$		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +5 до +100 °C включ., °C	$\pm 2,0 (\pm 1,0^*)$		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 до +1200°C включ., %	$\pm 2,0$		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +1200 °C, %	$\pm 4,0$		
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C	$\le 0,05$	$\le 0,03$	
Углы поля зрения (в зависимости от объектива), градус по горизонтали × градус по вертикали: - стандартный объектив 1x - широкоугольный объектив 1/2x - телефото объектив 2x - сверхдлиннофокусный объектив 3x	$24^\circ \times 18^\circ$ $48^\circ \times 36^\circ$ $12^\circ \times 9^\circ$ $7,6^\circ \times 5,7^\circ$	$24^\circ \times 18^\circ$ $48^\circ \times 36^\circ$ $12^\circ \times 9^\circ$ $6,2^\circ \times 4,7^\circ$	$28^\circ \times 21^\circ$ $45^\circ \times 33^\circ$ $12^\circ \times 9^\circ$ -

\* - по специальному заказу