

ООО «Инфратест»

**Ручной ИК-пирометр
с цифровой обработкой сигнала
"Термоскоп-100"(ТС-100)**

Руководство по эксплуатации и методика поверки

ТУ4211-002-15061326-2004РЭ

ТУ4211-002-15061326-2004МП



Екатеринбург, 2004

Содержание

1. Вводная часть	4
2. Назначение	4
3. Технические данные	5
4. Принцип работы и устройство пирометра	7
5. Режимы работы	8
6. Инструкция по эксплуатации	8
6.1. Включение прибора	8
6.2. Дисплей и настройка прибора	9
6.3. Работа с памятью (модель LOGO)	10
6.3.1. Настройки и действия с памятью	10
6.3.2. Ручной режим работы с памятью	10
6.3.2. Автоматический режим работы с памятью	11
6.4. Замена батарей питания	11
7. Методика поверки и калибровка	12
7.1. Методика поверки	12
7.1.1. Операции и средства поверки	12
7.1.2. Требования безопасности	13
7.1.3. Условия проведения поверки и подготовка к ней	13
7.1.4. Методика поверки	13
7.1.5. Оформление результатов поверки	15
8. Техническое обслуживание	15
9. Правила хранения и транспортировки	15
Приложение. Ориентировочные значения степени черноты материалов ...	16

1. Вводная часть

Данный документ является техническим описанием и инструкцией по эксплуатации на ручной ИК-пирометр с цифровой обработкой сигнала "Термоскоп-100"(ТС-100). При изучении данного прибора следует руководствоваться следующими документами:

ГОСТ 24314-80 Приборы электронные измерительные. Термины и определения. Способы выражения погрешностей.

ГОСТ 16263-70 ГСИ Метрология. Термины и определения.

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ 26104-89 Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний.

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

2. Назначение

Пирометр предназначен для бесконтактного измерения температуры объектов по их тепловому излучению. На **рис.1** показан общий вид пирометра.



Рис. 1. Общий вид пирометра

3. Технические данные

Модель (Блок В)	Спектральный диапазон	Температурный диапазон	Показатель визирования
ВТ	0.8 мкм	от 600 до 2000°C	300:1
СТ	1.5 мкм	от 300 до 1200°C	100:1
НТ	от 8 до 14 мкм	от -20 до 800°C	30:1

Рабочее расстояние	3м
Точность	1%
Воспроизводимость	0.5%
Разрешение	1°C
Быстродействие	100 мс
Излучательная способность	Настраиваемая от 0.1 до 1 с шагом 0.01
Алгоритмы	Выборка максимальных и минимальных значений, сглаживание
Память	500 измерений с фиксацией времени (модель LOGO)
Питание	2 батареи LR6 AA
Диапазон температур окружающей среды	-10...50°C
Габаритные размеры пирометра	представлены на рис.2.

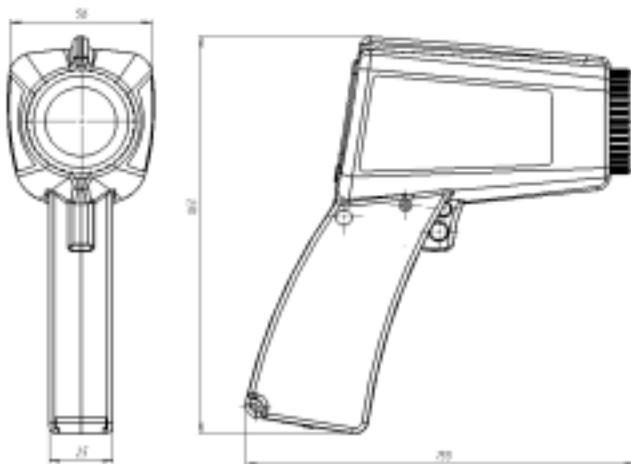


Рис. 2. Габаритные размеры пирометра

Оптические схемы для каждой модели прибора приведены на **рис.3**.

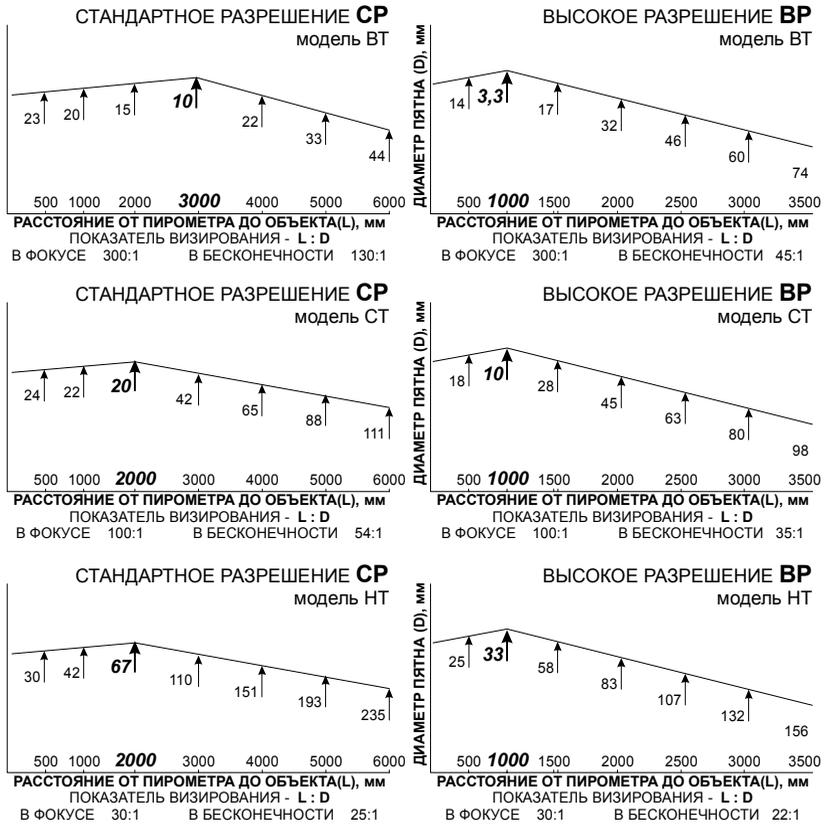


Рис. 3. Оптические схемы.

4. Принцип работы и устройство пирометра

Принцип действия прибора основан на зависимости энергетической яркости теплового излучения объекта от его температуры. Эталонным тепловым излучателем является абсолютно черное тело (АЧТ). Плотность излучения любого реального тела не может быть больше плотности излучения АЧТ при той же температуре.

Для оценки излучательной способности реальных тел введено понятие степени черноты ϵ , которая определяется отношением энергетических яркостей данного тела и АЧТ при одной и той же температуре. Степень черноты ϵ зависит от состояния поверхности измеряемого объекта (шероховатость, загрязненность, наличие окислов), а также от его температуры и длины волны излучения, поэтому в большинстве случаев она может быть определена только эмпирическим путем. В связи с этим в данном пирометре предусмотрен ввод априорно известного значения степени черноты для последующего учета ее при расчете температуры.

Степень черноты объекта может быть определена одним из следующих способов (в порядке предпочтения):

1. Определите действительную температуру объекта с помощью контактного датчика - термопары, термометра сопротивления и т.д. Затем измерьте температуру с помощью пирометра и подберите такую степень черноты, чтобы показания пирометра совпали с показаниями контактного датчика.

2. При сравнительно низких температурах объекта (до 250°C) можно наклеить на участок поверхности объекта ленту черного цвета (например, электроизоляционную). Затем измерьте температуру ленты с помощью пирометра при установленной степени черноты 0.95. После этого измерьте с помощью пирометра незакрытую лентой часть объекта и подберите такую степень черноты, чтобы показания пирометра совпали с результатом измерения ленты.

3. Если часть объекта может быть окрашена, окрасьте ее матовой черной краской, которая имеет степень черноты около 0.98. Затем измерьте температуру окрашенного участка с помощью пирометра при установленной степени черноты 0.98. После этого измерьте с помощью пирометра неокрашенную часть объекта и подберите такую степень черноты, чтобы показания пирометра совпали с результатом измерения на окрашенном участке.

Оценочные данные по степени черноты материалов приведены в **Приложении**.

Поток излучения, поступающий от объекта, воспринимается оптической системой прибора направляется на приемник излучения. Приемник излучения преобразует энергию излучения в электрический сигнал. Сигнал с приемника усиливается и преобразуется в цифровой код. Далее цифровой код поступает в блок цифровой обработки, выполняющий следующие функции:

- вычисление температуры объекта;
- реализация алгоритмов обработки;
- организация связи с компьютером.

5. Режимы работы

Прибор имеет 5 режимов работы: «Измерение», «Сглаживание», «Выборка минимума», «Выборка максимума», «Размах».

Работа прибора начинается после нажатия на курок. При удержании курка прибор производит измерения и расчеты по алгоритмам обработки. После отпущения курка измерения прекращаются. Время от нажатия до отпущения курка далее называется «периодом измерения».

В режиме «Измерение» на дисплей прибора выдается текущее значение температуры.

Режим «Сглаживание» позволяет выполнять усреднение текущих значений температуры. Алгоритм сглаживания выполняется в соответствии с формулой :

$$T_{c_i} = (T_{c_{i-1}} + t_i) / i, \text{ где}$$

t_i - текущее значение температуры;

$T_{c_{i-1}}$ - предыдущее сглаженное значение температуры;

T_{c_i} - текущее сглаженное значение температуры;

Таким образом, при удержании курка непрерывно рассчитывается среднее значение температуры, и после отпущения курка получается среднее значение за весь период измерения.

В режиме «Выборка максимума» осуществляется отображение максимального значения температуры, представляющего собой наибольшее значение температуры за период измерения.

Работа в режиме «Выборка минимума» аналогична работе в режиме «выборка максимума», только происходит выборка минимального значения температуры.

В режиме «Размах» осуществляется расчет разности между максимальным и минимальным значением температуры.

Установка «ε» предполагает ввод степени черноты объекта.

6. Инструкция по эксплуатации

6.1. Включение прибора

При наличии батарей питания прибор находится в режиме пониженного потребления. При нажатии на курок включается лазерный целеуказатель, дисплей, подсветка дисплея, и прибор начинает измерение температуры. После отпущения курка лазерный целеуказатель выключается, и через 15 секунд, если не производятся нажатия на клавиатуру, прибор переходит в режим пониженного потребления. Если производятся нажатия на клавиатуру, то прибор переходит в режим пониженного потребления через 15 секунд после последнего нажатия. При нажатии любой клавиши, кроме курка, прибор включает дисплей и подсветку. На дисплее при этом высвечиваются результаты последнего измерения.

6.2. Дисплей и настройка прибора

Вид и расположение дисплея и органов настройки прибора показаны на **рис.4**.

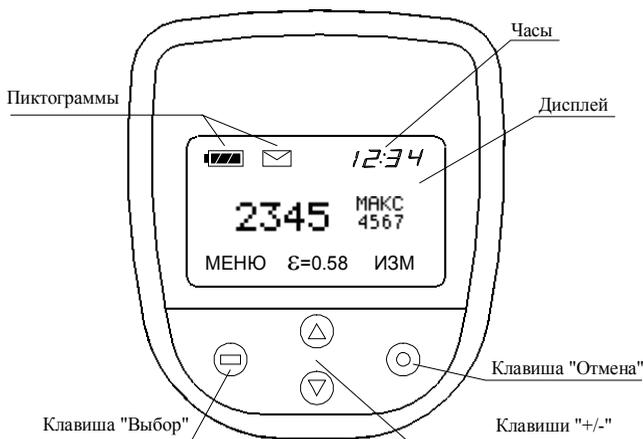


Рис. 4. Дисплей и органы настройки прибора

Для удобства пользования на дисплее одновременно отображаются результаты измерения в двух режимах работы прибора.

Крупные цифры - главный дисплей. В нижней строке справа сокращенно обозначен режим работы, результаты которого отображаются на главном дисплее. (В данном примере - «Измерение»).

В правой верхней части - малый дисплей. На нем отображен результат дополнительного режима работы (В данном примере - «Максимум»).

В средней нижней части отображается значение степени черноты ϵ . Настройка степени черноты производится нажатием клавиш «+/-». Результаты измерения корректируются одновременно с настройкой степени черноты.

В верхней части дисплея расположены пиктограммы и часы (часы и минуты, модель LOGO). Пиктограмма «батарея» показывает процесс разряда батарей питания прибора. Пиктограмма «конверт» указывает, что включен режим работы с памятью (модель LOGO).

В левой нижней части указано назначение клавиши «Выбор». В данном примере - «МЕНЮ», переход к настройке прибора.

Настройка прибора производится с помощью системы меню. Переход между пунктами меню и изменение параметров производится нажатием клавиш «+/-». Клавишей «Отмена» производится выход из меню или отмена изменения параметра. Назначение клавиши «Выбор» указывается в левой нижней части дисплея.

При настройке прибора пользователь может выбрать режимы работы, результаты которых будут отображаться на главном и малом дисплеях (пункты меню «ГЛАВНЫЙ ДИСПЛЕЙ» и «МАЛЫЙ ДИСПЛЕЙ»), а также настроить часы и память в модели LOGO.

Настройка часов (модель LOGO) производится при выборе пункта меню «ВРЕМЯ». Часы и минуты настраиваются отдельно. Часы прибора показывают время суток и питаются от батарей питания прибора. Поэтому при замене батарей питания часы необходимо настроить.

6.3. Работа с памятью (модель LOGO)

Прибор модели LOGO имеет возможность сохранить в энергонезависимой памяти результаты 500 измерений. Работа с памятью возможна в двух режимах: ручном и автоматическом.

6.3.1. Настройки и действия с памятью

Настройки и действия с памятью производятся при выборе пункта меню «ПАМЯТЬ». Подпункты меню:

«ПАМЯТЬ:ВКЛ/ВЫКЛ» - выключает режим работы с памятью («ВЫКЛ»), а также позволяет включить ручной («РУЧН») или автоматический («АВТО») режим работы;

«ПАМЯТЬ:ПРОСМОТР» - просмотр результатов измерений, сохраненных в памяти;

«ПАМЯТЬ:ДЕЙСТВИЯ»:

«ПЕРЕДАТЬ» - значения всех непустых ячеек памяти передается по каналу RS-232 в компьютер. Настройка порта: 9600, 8N1.

Каждая ячейка передается в формате ASCII в виде:

23 12:15:20 E=0.95 T=1245 MAX

Первое поле - номер ячейки, далее - время (ЧАС:МИН:СЕК:СОТЫЕ ДОЛИ СЕК), степень черноты, температура, режим работы (TRC-измерение, AVR-сглаживание, MAX-максимум, MIN-минимум, DIF-размах).

Окончание строки CR-LF.

«ОЧИСТИТЬ» - стирает всю память.

6.3.2. Ручной режим работы с памятью

Ручной режим позволяет записать в память результат последнего измерения. Для записи требуется подтверждение оператора. Такой режим удобен при периодическом обходе оператором-пирометристом нескольких объектов измерения.

При включенном режиме ручной работы с памятью (пиктограмма «конверт») после завершения измерений (отпускания курка) клавиша «Выбор» принимает назначение «СОХР» - сохранить в память. При этом над надписью высвечивается номер ячейки, в которую будет произведено сохранение. В течение 5 сек. можно нажать клавишу «Выбор», и результат измерения будет записан в память. Результат, выходящий за пределы измерения прибора (ситуация «НИЖЕ» или «ВЫШЕ»), игнорируется. После записи в последнюю ячейку памяти следующая запись не производится (до очистки памяти).

Для каждого измерения сохраняются:

- значение температуры на главном дисплее прибора;
- значение степени черноты ϵ ;
- режим работы, результаты которого отображаются на главном дисплее;
- время измерения (часы и минуты).

6.3.2. Автоматический режим работы с памятью

Автоматический режим позволяет записать в память непрерывный ряд измерений, производимых с максимальной скоростью измерения прибора (250мс). Такой режим удобен, например, для исследования распределения температуры по длине движущегося объекта (трубы, заготовки и т.п.).

При включенном режиме автоматической работы с памятью (пиктограмма «конверт» и номер первой непустой ячейки памяти под главным дисплеем) от момента нажатия до момента отпускания курка в память записывается непрерывный ряд измерений. Результат, выходящий за пределы измерения прибора (ситуация «НИЖЕ» или «ВЫШЕ»), записывается в память. После записи в последнюю ячейку памяти следующая запись не производится (до очистки памяти).

Для каждого измерения сохраняются:

- значение температуры в режиме «Измерение»;
- значение степени черноты ϵ ;
- режим работы («Измерение»);
- время измерения (часы и минуты).

6.4. Замена батарей питания

Для замены батарей необходимо открыть крышку, находящуюся в нижней части рукоятки, извлечь батарейный отсек и заменить батареи.

ВНИМАНИЕ! Использовать только батареи типа LR6 (Alkaline).

7. Методика поверки и калибровка

7.1. Методика поверки

Настоящая методика распространяется на ИК-Пирометры “Термоскоп-004” (в дальнейшем пирометр), устанавливает методику их первичной и периодической поверок при эксплуатации приборов потребителем. Межповерочный интервал 1 год.

7.1.1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 1.

№	Наименование операции	№ пункта методики	Обязательность проведения при поверки	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	8.1.4.1.	да	да
2	Опробование	8.1.4.2.	да	да
3	Определение показателя визирования	8.1.4.3.	да	нет
4	Проверка электрической прочности изоляции	8.1.4.4.	да	нет
5	Проверка электрического сопротивления изоляции	8.1.4.5.	да	нет
6	Проверка основной погрешности пирометра	8.1.4.6.	да	да

Таблица 1.

При поверке используются образцовые средства и оборудование приведенные в табл.2.

№ пункта методики	Наименование средств измерения и оборудования	Характеристики
1	2	3
8.1.4.3	В соответствии с МИ 1200-86	
8.1.4.4	Пробойная установка УПУ-1М	Напряжение 500 В, частота 50 Гц, мощность 0,25 кВт
8.1.4.5	Мегомметр М1101М	20МОм Класс 2,5
8.1.4.6	Эталонный излучатель II-го разряда в виде модели АЧТ в соответствии с ГОСТ 8.558-93	Диапазон температур от 0°С до 2500°С. Погрешность воспроизведения температуры 1-10 °С
8.1.4.6	Миллиамперметр постоянного тока	Предел измерения 0-20 мА Класс 0.2
8.1.4.6.	Компьютер	IBM PC совместимый

Таблица 2.

Примечание: Допускается применять другие средства измерения, обеспечивающие требуемую точность измерений.

7.1.2. Требования безопасности

При эксплуатации необходимо выполнять “Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей” и “Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”, утвержденные Госэнергонадзором.

7.1.3. Условия проведения поверки и подготовка к ней

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха	20±5°С
- относительная влажность	65±15 %
- атмосферное давление	101,3±4,0 кПа
- напряжение питания	220±22В
- частота питания переменного тока	50±0,5Гц

Внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать или находиться в пределах, не влияющих на работу прибора.

Поверяемый пирометр, в соответствии с документацией по эксплуатации, должен быть собран и установлен перед эталонными излучателями.

Время выдержки эталонных излучателей и поверяемых пирометров должно соответствовать требованиям документации по их эксплуатации.

ВНИМАНИЕ! Поверка пирометра должна проводиться на рабочем расстоянии (см. п. 3).

7.1.4. Методика поверки

7.1.4.1. Внешний осмотр.

7.1.4.1а. При проведении внешнего осмотра необходимо убедиться в: целостности прибора (отсутствие трещин или вмятин на корпусе); соответствие комплектности, маркировки, упаковки, технической документации. Объектив пирометра не должен иметь загрязнений, царапин и заколов.

7.1.4.1б. Пирометры, не удовлетворяющие указанным в п.7.1.4.1а требованиям, к дальнейшей поверке не допускаются.

7.1.4.2. Опробование

7.1.4.2а. Подготовленный и собранный по п.8.1.3. пирометр включают в сеть и в соответствии с руководством по эксплуатации проверяют его работоспособность.

7.1.4.2б. Пирометры, у которых обнаружены неисправности, к дальнейшей работе не допускаются.

7.1.4.3. Определение показателя визирования

Проверку показателя визирования следует проводить только при первичной поверке по методике, изложенной в МИ 1200-86.

7.1.4.4. Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводят на установке переменного тока УПУ-1М, которая подключается к закороченным клеммам питания и корпусу прибора. Изоляция выдерживается под испытательным напряжением в течение одной минуты, после чего плавно снижается до нуля.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции. Появление коронного разряда не является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

7.1.4.5. Проверка сопротивления изоляции

Проверка сопротивления изоляции производится мегомметром путем подключения его к закороченным клеммам питания и корпусу прибора. Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

7.1.4.6. Определение основной погрешности пирометра

7.1.4.6а. Для определения основной погрешности пирометра устанавливают режим питания излучателя соответствующий нижнему пределу измерения поверяемого пирометра.

7.1.4.6б. Поверяемый пирометр наводят на эталонный излучатель, в соответствии с правилами наведения на объект, изложенными в руководстве по эксплуатации.

7.1.4.6в. При достижении заданного режима излучателя измеряется его температура; данные о действительной температуре излучателя и измеренной пирометром по цифровому каналу заносятся в протокол, а также измеренное миллиамперметром значение аналогового выходного сигнала и рассчитанное по нему значение температуры.

7.1.4.6г. Перекрывают поле зрения пирометра непрозрачным экраном. Затем его убирают и снимают показания пирометра. Операцию проводят пять раз и результаты записывают в протокол.

7.1.4.6д. Основную погрешность $D_{и}$ вычисляют по формуле (1), погрешность по аналоговому выходу $D_{а}$ - по формуле (2).

$$D_{и} = t_{д} - t_{и} \quad (1)$$

$$D_{а} = t_{д} - t_{а} \quad (2),$$

где $t_{д}$ - действительная температура излучателя, °С

$t_{и}$ - показания пирометра по цифровому каналу, °С

$t_{а}$ - рассчитанная по аналоговому сигналу температура, °С

7.1.4.6е. Операции по п.п.8.1.4.6в - 8.1.4.6д проводят для температур, соответствующих целым сотням градусов от нижнего до верхнего предела измерения поверяемого пирометра.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность, рассчитанная по формулам (1) и (2), не превышает значений приведенных в руководстве по эксплуатации во всех точках.

7.1.4.6ж. Если погрешность пирометра превышает допустимое значение при одном значении температуры, то поверку при этой температуре производят повторно.

7.1.4.6з. Если при повторной поверке погрешность превышает допустимое значение, то пирометр бракуется.

7.1.5. Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки на пирометр выдается свидетельство о поверке установленного образца.

При отрицательных результатах поверки на пирометр выдается свидетельство о непригодности с указанием причин непригодности.

8. Техническое обслуживание

Техническое обслуживание пирометра сводится к соблюдению правил эксплуатации, хранения, транспортирования, изложенных в данном описании. Устранение неисправностей, требующих вскрытия прибора, производится в специализированных лабораториях.

В процессе эксплуатации защитное стекло прибора необходимо периодически протирать мягкой чистой тканью.

9. Правила хранения и транспортировки

Транспортирование и хранение прибора - по ГОСТ 12997-84.

Условия транспортирования должны соответствовать группе условий хранения 1 по ГОСТ 15150-69. При транспортировании самолетами предусматривается установка изделий в транспортной таре в герметизированные отапливаемые отсеки.

Условия хранения должны соответствовать группе 1 по ГОСТ 15150-69.

Приложение. Ориентировочные значения степени черноты материалов

Ниже в таблице приведены типичные значения степени черноты различных материалов.

МЕТАЛЛЫ	Степень черноты		
	0,8мкм	1.5мкм	8-14мкм
Алюминий			
Неокисленный	0,1-0,2	0,02-0,2	0,02-0,1
Окисленный	0,4	0,4	0,2-0,4
Шероховатый	0,2-0,8	0,2-0,6	0,1-0,3
Полированный	0,1-0,2	0,02-0,1	0,02-0,1
Латунь			
Полированная	0,1-0,3	0,01-0,05	0,01-0,05
Чистая			0,3
Окисленная	0,6	0,6	0,5
Хром	0,4	0,4	0,02-0,2
Медь			
Полированная		0,03	0,03
Шероховатая		0,05-0,2	0,05-0,1
Окисленная	0,2-0,8	0,2-0,9	0,4-0,8
Золото	0,3	0,01-0,1	
Железо			0,01-0,1
Окисленное	0,4-0,8	0,5-0,9	0,5-0,9
Неокисленное	0,35	0,1-0,3	0,05-0,2
Ржавое		0,6-0,9	0,5-0,7
Расплавленное	0,35	0,4-0,6	
Железо, литое			
Окисленное	0,7-0,9	0,7-0,9	0,6-0,95
Неокисленное	0,35	0,3	0,2
Расплавленное	0,35	0,3-0,4	0,2-0,3
Железо, кованное			
Матовое	0,9	0,9	0,9
Свинец			
Полированный	0,35	0,05-0,2	0,05-0,1
Шероховатый	0,65	0,6	0,4
Окисленный		0,3-0,7	0,2-0,6
Магний	0,3-0,8	0,05-0,3	0,02-0,1

МЕТАЛЛЫ	Степень черноты		
	0,8мкм	1.5мкм	8-14мкм
Ртуть		0,05-0,15	0,05-0,15
Молибден			
Окисленный	0,5-0,9	0,4-0,9	0,2-0,6
Неокисленный	0,25-0,35	0,1-0,35	0,1
Никель			
Окисленный	0,8-0,9	0,4-0,7	0,2-0,5
Электролитический	0,2-0,4	0,1-0,3	0,05-0,15
Платина			
Черная		0,95	0,9
Серебро	0,04	0,02	0,02
Сталь			
Холоднокатанная	0,8-0,9	0,8-0,9	0,7-0,9
... лист			0,4-0,6
Полированный лист	0,35	0,25	0,1
Расплавленная	0,35	0,25-0,4	
Окисленная	0,8-0,9	0,8-0,9	0,7-0,9
Нержавеющая	0,35	0,2-0,9	0,1-0,8
Олово (Неокисленное)	0,25	0,1-0,3	0,05
Титан			
Полированный	0,5-0,75	0,3-0,5	0,05-0,2
Окисленный		0,6-0,8	0,5-0,6
Вольфрам		0,1-0,6	
Полированный	0,35-0,4	0,1-0,3	0,03-0,1
Цинк			
Окисленный	0,6	0,15	0,1
Полированный	0,5	0,05	0,02

НЕМЕТАЛЛЫ	Степень черноты		
	0,8мкм	1.5мкм	8-14мкм
Асбест	0,9		0,95
Асфальт			0,95
Базальт			0,7
Углерод			0,8-0,9
Неокисленный	0,8-0,95		0,7-0,8
Графит	0,8-0,9		
Карборунд			0,9
Керамика	0,4		0,95
Глина			0,95
Бетон	0,65		0,95
Ткань			0,95
Стекло			
Лист			0,85
"Порода"			
Гравий			0,95
Гипс			0,8-0,95
Лед			0,98
Известняк			0,98
Краска			0,9-0,95
Бумага (любого цвета)			0,95
Пластик (непрозрачный)			0,95
Резина			0,95
Песок			0,9
Снег			0,9
Почва			0,9-0,98
Вода			0,93
Дерево, натуральное			0,9-0,95

ООО «Инфратест»

620078, Екатеринбург,
ул. Комсомольская 61, комн.104,102,208
тел. (343) 375-94-42, тел/факс 375-94-23
e-mail: info@infratest.ru
Интернет: www.infratest.ru