

Содержание

1. Вводная часть	5
2. Назначение	5
3. Технические данные	6
4. Принцип работы и устройство пирометра	9
5. Режимы работы	11
6. Инструкция по эксплуатации	12
6.1. Включение прибора	12
6.2. Дисплей и настройка прибора	12
6.3. Работа с памятью (модель LOGO)	14
6.3.1. Настройки и действия с памятью	14
6.3.2. Ручной режим работы с памятью	15
6.3.3. Автоматический режим работы с памятью	15
6.4. Замена батарей питания	16
7. Методика поверки	17
7.1. Операции и средства поверки	17
7.2. Требования безопасности	19
7.3. Условия проведения поверки и подготовка к ней	19
7.4. Проведение поверки	20
7.5. Оформление результатов поверки	22
8. Техническое обслуживание	22
9. Правила хранения и транспортировки	22
Приложение. Ориентировочные значения степени черноты материалов	23
Для заметок	26

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 ГСП 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. Общиий вид пирометра

3. Технические данные

Модель	Спектральный диапазон	Температурный диапазон
BT	0.8 мкм	от 600 до 2000 °C
CT	1.5 мкм	от 300 до 1200 °C
HT	8 до 14 мкм	от -20 до 800 °C

Предел допускаемой погрешности в диапазоне температур:

- от -20 °C до 20 °C	2 °C
- от 20 °C до 100 °C	1 °C
- свыше 100 °C	1 %
Разрешение	1 °C

Излучательная способность	Настраиваемая от 0.1 до 1 с шагом 0.01
Алгоритмы	Выборка максимальных и минимальных знач. 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.	

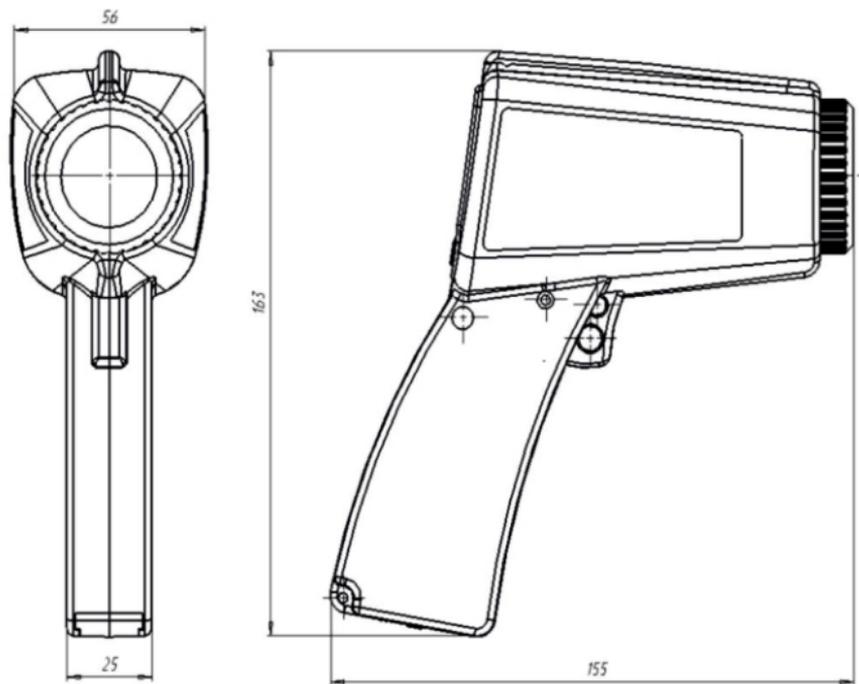


Рис. 2. Габритные размеры пирометра

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

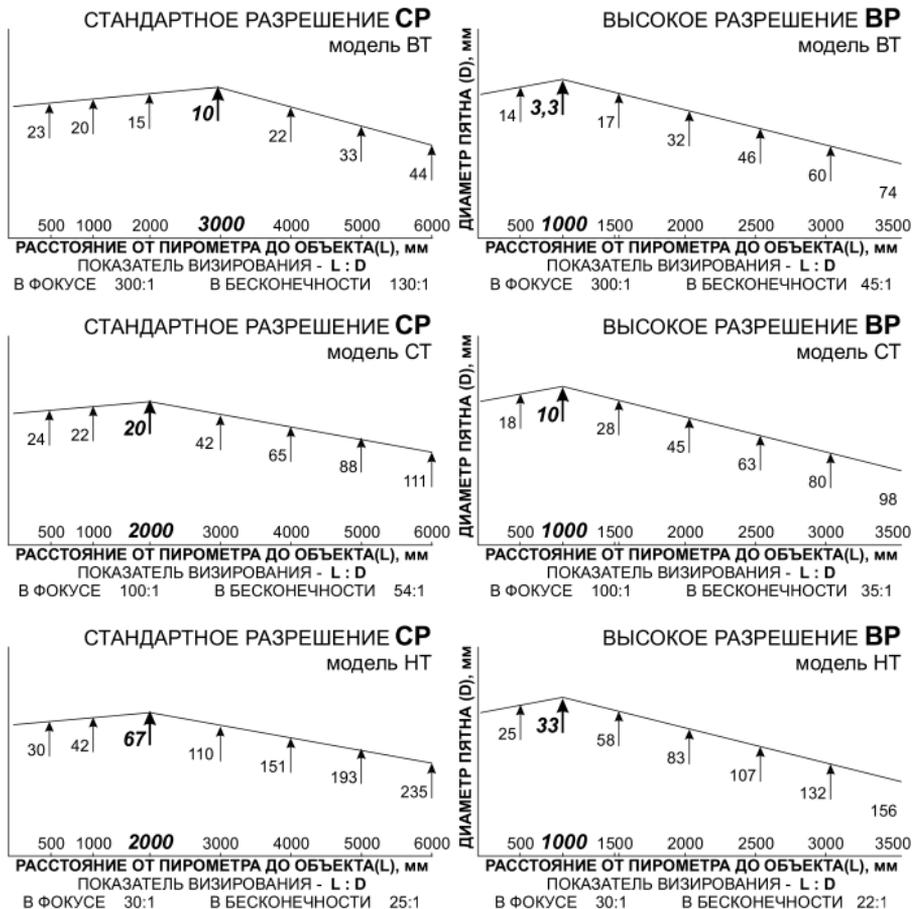


Рис. 3. Оптические
схемы

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 - терморезистора, термометра сопротивления и т.д. Затем измерьте температуру с помощью пирометра и выберите такую степень черноты, чтобы показания пирометра совпали с показаниями контактного датчика.
2. При сравнительно низких температурах объекта (до 250 °С) 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 отпускания курка измерения прекращаются. Время от нажатия до отпускания 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:

$$T_{ci} = (T_{ci-1} + t_i) / I, \text{ где}$$

t_i - текущее значение температуры;

T_{ci-1} - предыдущее сглаженное значение температуры;

T_{ci} - текущее сглаженное значение температуры.

Таким образом, при удержании курка непрерывно рассчитывается среднее значение температуры, и после отпускания 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 отпускания 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.**

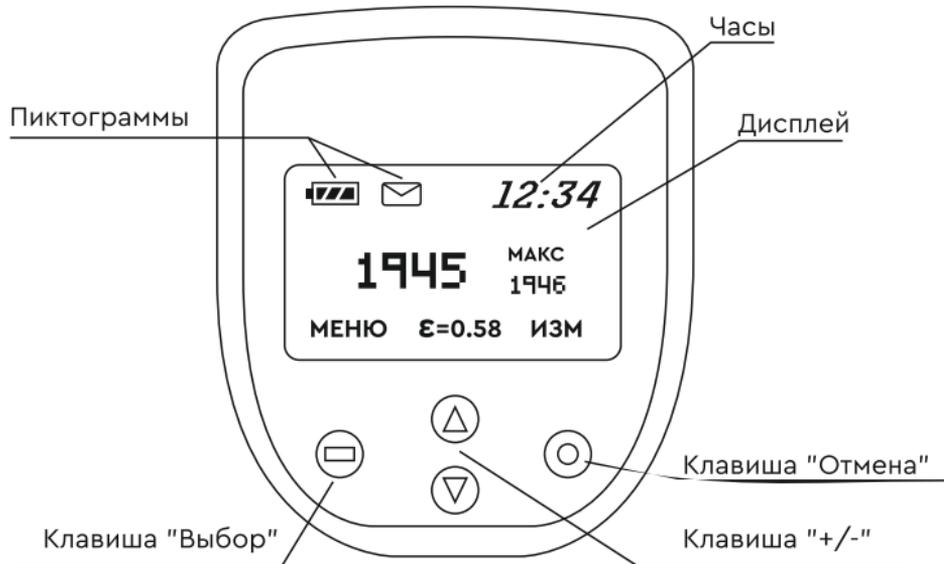


Рис. 4. Дисплей и органы настройки прибора

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 E=0.95 T=1245 MAX

Первое поле - номер ячейки, далее - время, 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).

6.3.3. Автоматический режим работы с памятью

Автоматический режим позволяет записать в память непрерывный ряд измерений, производимых с максимальной скоростью измерения прибора (250 мс). Такой режим удобен, например, для исследования распреде-

ления 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

Настоящая методика распространяется на ИК-Пирометры "Термоскоп-100" (в дальнейшем пирометр), устанавливает методику их первичной и периодической поверок при эксплуатации приборов потребителем.

Межповерочный интервал 1 год.

7.1. Операции и средства поверки

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

Таблица 1

№	Наименование операции	№ пункта методики	Обязательность проведения поверки	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	7.4.1	да	да
2	Проверка соответствия характеристик ПО	7.4.2	да	да
3	Опробование	7.4.3	да	да
4	Определение показателя визирования	7.4.4	да	нет
5	Определение основной погрешности измерений в рабочем диапазоне	7.4.5	да	да

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

Таблица 2

№ пункта методики	Наименование средств измерения и оборудования	Характеристики
1	2	3
7.4.4	<p>Эталонные излучатели 2-го разряда в виде модели АЧТ в соответствии с ГОСТ 8.558-2009.</p> <p>Штангенциркуль цифровой по ГОСТ 166-89.</p> <p>Лента измерительная 20 м.</p> <p>Набор диафрагм.</p>	<p>Диапазон температуры от 0 °С до 1100 °С. Доверительная погрешность воспроизводимой температуры при доверительной вероятности 0,95, в диапазоне от 0 до 1100 °С изменяется линейно от 1,0 до 6,1 °С</p> <p>Цена деления 0,1 мм</p> <p>Предел измерений 20000 мм, погрешность 0,5 мм.</p> <p>От 3,3 до 50 мм.</p>
7.4.5	<p>Эталонные излучатели 1-го разряда в виде модели АЧТ в соответствии с ГОСТ 8.558- 2009.</p> <p>Эталонные излучатели 2-го разряда в виде модели АЧТ в соответствии с ГОСТ 8.558- 2009</p>	<p>Диапазон температур от минус 20 °С до 2000 °С. Доверительная погрешность воспроизводимой температуры при доверительной вероятности 0,95, в диапазоне от минус 20 до 0 °С 0,6 °С в диапазоне от 0 до 2000 °С изменяется линейно от 0,6 до 5,2 °С</p> <p>Диапазон температур от минус 20 °С до 2000 °С. Доверительная погрешность воспроизводимой температуры при доверительной вероятности 0,95, в диапазоне от минус 20 до 0 °С 1 °С, в диапазоне от 0 до 2000 °С изменяется линейно от 1,0 до 10,3 °С</p>

7.2. Требования безопасности

При эксплуатации необходимо выполнять "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок", утвержденные Министерством энергетики РФ и Министерством труда и социальной защиты РФ.

7.3. Условия проведения поверки и подготовка к ней

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5
- относительная влажность, % 65 ± 15
- атмосферное давление, кПа $101,3 \pm 4,0$

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

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия паспортов, свидетельств поверки метрологическими органами всех средств поверки.
- 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 с учетом показателя оптического визирования пирометра (см. п. 3)

7.4. Проведение поверки

7.4.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра необходимо убедиться в:

- целостности прибора (отсутствие трещин или вмятин на корпусе);
- соответствии комплектности, маркировки, упаковки требованиям, указанным в эксплуатационной документации;
- объектив пирометра не должен иметь загрязнений, царапин и заколов.

7.4.2. Проверка соответствия характеристик ПО

Идентификация проводится по версии ПО, отображаемой на дисплее прибора.

7.4.3. Опробование

Пирометр включают в сеть и в соответствии с руководством по эксплуатации проверяют его работоспособность.

7.4.4. Определение показателя визирования

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

7.4.5. Определение основной погрешности пирометра.

Определение пределов допускаемой основной погрешности измерений температуры проводится в пяти точках температурного диапазона (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона).

Для измерения в каждой точке используется соответствующий данной температуре эталонный излучатель. При достижении заданного температурного режима излучателя поверяемый пирометр визируется на отверстие излучающей полости. Измеряется температура излучателя; данные о действительной температуре излучателя и измеренной пирометром заносятся в протокол.

Аналогичные операции выполняют во всех точках температурного диапазона.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{\text{абс}}$ вычисляют по формуле (1), пределы допускаемой относительной погрешности $\Delta_{\text{отн}}$ вычисляют по формуле (2),

$$\Delta_{\text{абс}} = t_{\text{пир}} - t_{\text{изл}} \quad (1);$$

$$\Delta_{\text{отн}} = \frac{t_{\text{пир}} - t_{\text{изл}}}{t_{\text{изл}}} \times 100\% \quad (2),$$

где

$t_{\text{пир}}$ - значение температуры пирометра, °С,

$t_{\text{изл}}$ - значение температуры эталонного излучателя, °С.

Пирометр считают выдержавшим поверку, если $\Delta_{\text{абс}}$ или $\Delta_{\text{отн}}$ находится в пределах, приведенных в **таблице 2**.

7.5. Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляются в соответствии с утвержденным в РФ порядком проведения поверки средств измерений.

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.

НЕМЕТАЛЛЫ	СТЕПЕНЬ ЧЕРНОТЫ		
	0,8 мкм	1,5 мкм	8-14 мкм
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		
	0,8 мкм	1,5 мкм	8-14 мкм
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		
	0,8 мкм	1,5 мкм	8-14 мкм
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	0,95-0,99		
Карборунд			0,9
Керамика	0,4		0,95
Глина			0,95
Бетон	0,65		0,95
Ткань			0,95
Стекло			
Лист			0,85
"Порода"			0,85
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

