

Пирометр инфракрасный
КЕЛЬВИН RXT-PRO

Руководство по эксплуатации



СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания	3
2. Назначение	3
3. Общие технические характеристики	3
4. Принцип работы	3
5. Поле зрения	4
6. Излучательная способность объекта	6
7. Порядок работы	6
8. Справочная таблица режимов и показаний индикатора	11
9. Температурные условия работы прибора	15
10. Маркировка	15
11. Упаковка	15
12. Хранение	15
13. Транспортирование	16
14. Техническое обслуживание	16
15. Сведения о калибровке	16

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Настоящее руководство предназначено для ознакомления с инфракрасным пирометром **Кельвин RXT-PRO** (далее - **Кельвин**) и содержит рекомендации по его применению.

1.2. Настоящий документ содержит техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

1.3. Перед работой с прибором необходимо внимательно ознакомиться с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Инфракрасный пирометр предназначен для бесконтактного измерения температуры поверхности. Применяется для контроля температуры в технологических процессах металлургии, стекольного производства, машиностроения, производства композитных материалов, коксохимии и т.д.

3. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. <i>Диапазон измерения</i> Кельвин RXT-PRO 1600 Кельвин RXT-PRO 1800 Кельвин RXT-PRO 2300 Кельвин RXT-PRO 3000 Кельвин RXT-PRO КС Кельвин RXT-PRO П Кельвин RXT-PRO СП Кельвин RXT-PRO СПЕКТР 2500 Кельвин RXT-PRO СПЕКТР 3000	От +400°С до +1600°С От +200°С до +1800°С От +400°С до +2300°С От +400°С до +3000°С От +200°С до +2000°С От +500°С до +2500°С От +500°С до +2500°С От +800°С до +2500°С От +700°С до +3000°С
3.2. <i>Предел погрешности</i> От +200°С до +40°С 0 вкл. Св. +400°С до +3000°С	±(Тизм·0,01 + 2) °С ± (Тизм·0,01 + 1) °С
3.3. <i>Разрешение по температуре</i>	1 °С
3.4. <i>Показатель визирования</i> Кельвин RXT-PRO 1600 Кельвин RXT-PRO 1800 Кельвин RXT-PRO 2300 Кельвин RXT-PRO 3000 Кельвин RXT-PRO КС Кельвин RXT-PRO П Кельвин RXT-PRO СП Кельвин RXT-PRO СПЕКТР 2500 Кельвин RXT-PRO СПЕКТР 3000	1:400 1:200 1:400 1:400 1:150 1:200
3.5. <i>Диапазон установки излучательной способности объекта</i>	0,01...1,00
3.6. <i>Диапазон установки коэффициента отношения для Кельвин RXT-PRO СПЕКТР</i>	0.800 ... 1.200
3.7. <i>Время измерения</i>	0.02 сек
3.8. <i>Питание</i>	24В
3.9. <i>Потребляемая мощность</i>	не более 0,2 Вт
3.10. <i>Габаритные размеры, мм</i>	Не более Ø52x235
3.11. <i>Масса прибора</i>	Не более 0,45 кг
3.12. <i>Цифровой интерфейс</i>	RS485, Modbus

4. ПРИНЦИП РАБОТЫ

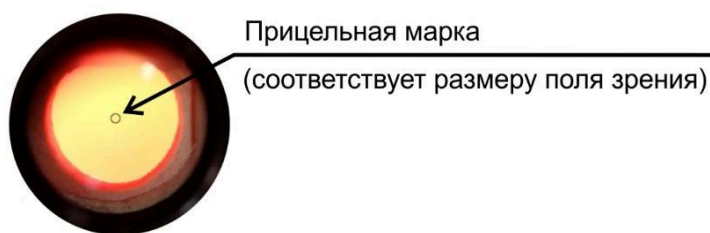
Конструктивно пирометр состоит из объектива, узла приемника излучения и схемы обработки сигнала.

Объектив фокусирует излучение от объекта на приемник излучения.

Приемник пирометра преобразует энергию ИК-излучения, излучаемую поверхностью объекта, в электрический сигнал. Затем эта информация преобразуется в температурные данные.

. Наведение на объект – оптическое, в поле зрения присутствует прицельная марка круглой формы, размер которой указывает на размер линейного поля зрения пирометра.

Изображение в окуляре

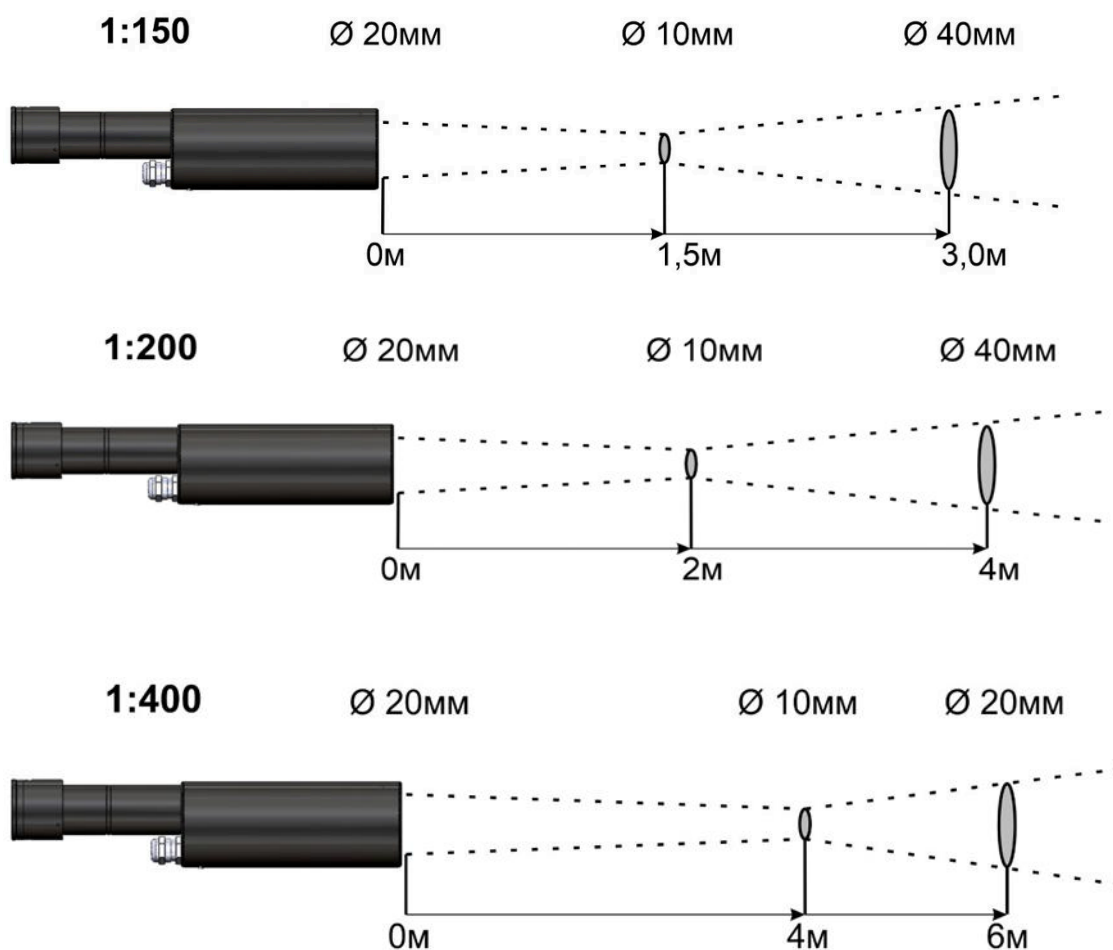


Для ослабления яркого излучения от сильно нагретых объектов используется поляризационный светофильтр, который смонтирован на окуляре пирометра. При слишком ярком свечении объекта пользователь вращением кольца светофильтра на окуляре добивается его ослабления до комфортного наблюдения.

В Кельвине предусмотрена автоматическая компенсация температуры окружающей среды. Цифровая установка излучательной способности объектов (ϵ) (см. п.6 и Таблицу 1) обеспечивает точность измерения.

5. ПОЛЕ ЗРЕНИЯ

Поле зрения – измеряемый диаметр объекта, с поверхности которого **Кельвин** принимает энергию инфракрасного излучения.



Измеряемый диаметр объекта определяется показателем визирования и зависит от расстояния до инфракрасного пирометра:

и зависит от

Измеряемый диаметр объекта = показатель визирования x расстояние до объекта

Минимальный измеряемый диаметр - наименьший диаметр объекта, который может быть измерен при данном фокусном расстоянии и размере приемника. При увеличении или уменьшении расстояния измеряемый диаметр возрастает. При приближении к объекту вплотную измеряемый диаметр увеличивается до размеров входного зрачка прибора.

Индицируемая “Кельвином” температура будет не верна, если размер объекта меньше поля зрения. Так как объект, температура которого должна быть измерена, не заполняет все поле зрения, прибор принимает излучение от других объектов окружающей среды, которое оказывает влияние на точность измерения.

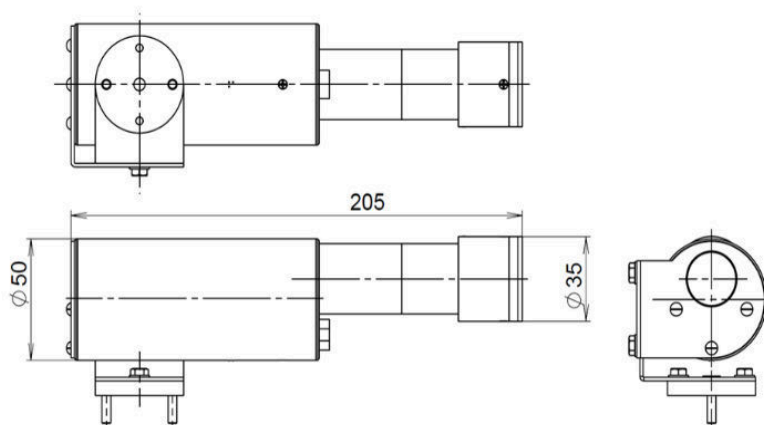


Рис. 1. Габаритный чертеж датчика и кронштейна

6. ИЗЛУЧАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ОБЪЕКТА

Излучательной способностью объекта называется отношение мощности излучения объекта при данной температуре к мощности излучения абсолютно черного тела (АЧТ). АЧТ определяется как поверхность, излучающая максимальное количество энергии при данной температуре. Излучательная способность АЧТ равна 1,00

Излучательные свойства объекта определяются свойствами материала и чистотой обработки поверхности объекта, а не цветом его поверхности. В Таблице 1 приведены типичные значения излучательной способности некоторых материалов. Излучательная способность

ε большинства материалов (дерево, пластики, краски и т.д.) равна приблизительно 0,95.

Полированные металлические поверхности могут иметь излучательную способность близкую нулю, что затрудняет применение пирометрического метода измерения температуры.

Полная информация предоставлена на стр.19 и на нашем сайте www.zaoeuromix.ru.

Модель Кельвин RXT-PRO Спектр является пирометров спектрального отношения, что позволяет минимизировать влияние коэффициента излучения и неполного заполнения поля зрения изображением объекта за счет того, что показания температуры определяются не абсолютным значением энергии, воспринятой приемником излучения, а отношением энергетик в двух близко расположенных спектрах.

Если излучательная способность объекта неизвестна, то ее можно определить с помощью следующего метода:

6.1. Образец материала нагревается до определенной температуры, как-либо точно измеренной.

6.2. Температура поверхности образца измеряется Кельвином. Значение излучательной способности подбирается (см. п.7.2.1) до тех пор, пока индикатор прибора не покажет известную температуру образца.

6.3. *Найденное значение излучательной способности фиксируется и используется для дальнейших измерений температуры этого материала.*

7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Маркировка кабеля

Номер контакта разъема DB9	Назначение	Цвет провода
1	RS-485 A	Оранжевый
2	CL+ (4-20мА)	Бело-зеленый
3	RELAY-1 (Реле 1)	Коричневый
4	Не используется	-
5	GND	Синий
6	RS-485 B	Бело-оранжевый
7	CL- (4-20мА)	Зеленый
8	RELAY-2(Реле 2)	Бело-коричневый
9	+24В (Питание)	Бело-синий

7.1. Включение пирометра.

Для того, чтобы включить пирометр следует подать напряжение питания (9...24В) на соответствующие контакты.

Все установки прибора – значение излучательной способности, выбранный режим работы прибора, настройка сигнализации превышения порогового значения температуры, после отключения питания сохраняются.

7.2. Краткое описание работы.

Настройка производится с помощью ПК с интерфейсом USB и программы настройки пирометра Кельвин RXR v2.0.

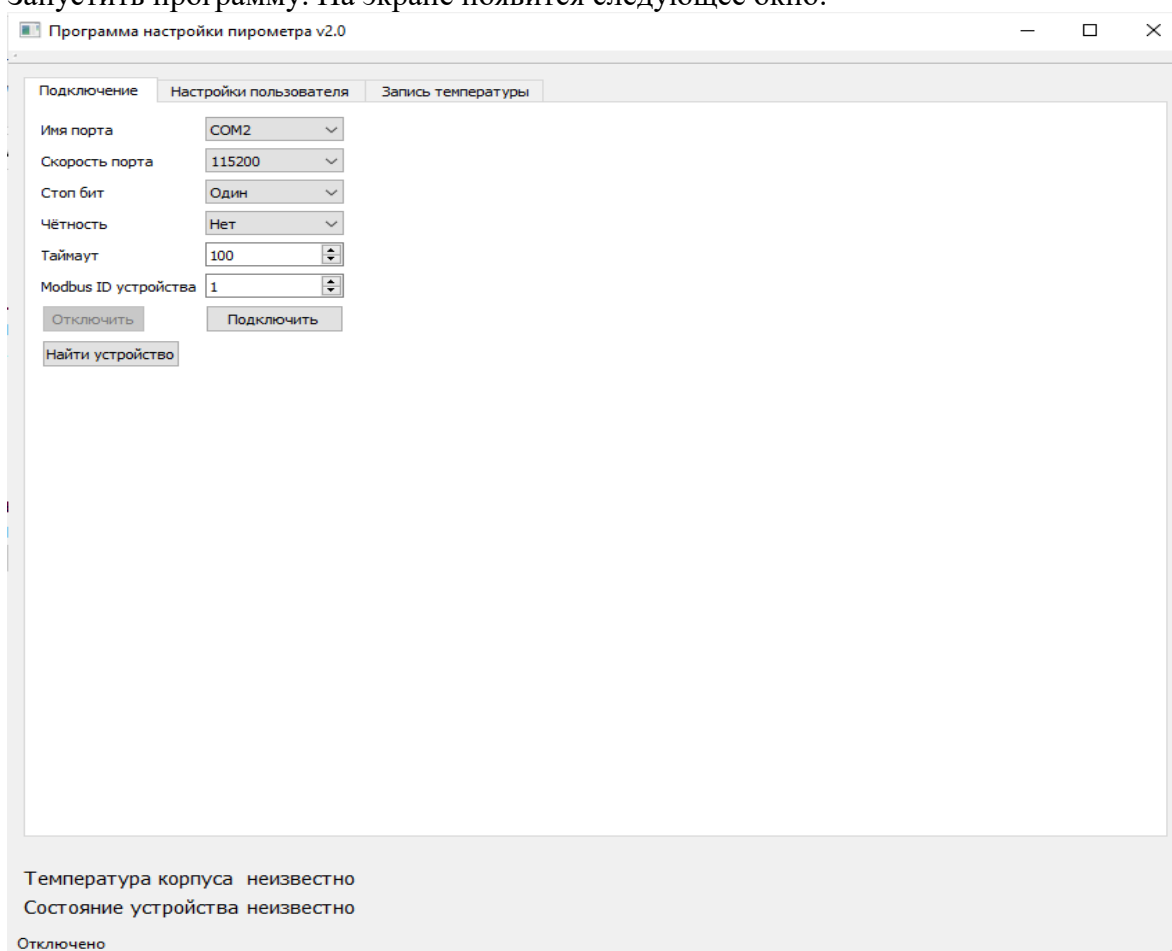
Программа настройки пирометра Кельвин RXR v2.0

Программа настройки пирометра выполняет следующие задачи:

- Проверка функционирования пирометра
- Отображение результатов измерений
- Настройка параметров пользователя
- Запись температуры
- Настройка параметров оборудования
- Линейная калибровка
- Работа с характеристикой сенсора

Запуск программы и проведение измерений

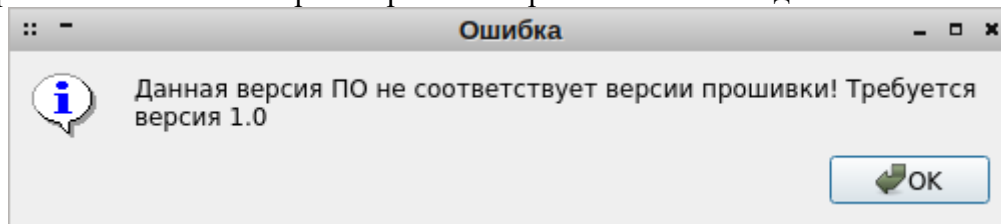
- Подключить разъём DB9 к плате пирометра
- Подать питание
- Подключить преобразователь RS-485 к ПК. Драйвер преобразователя должен быть установлен заранее.
- Запустить программу. На экране появится следующее окно:



- Далее следует задать параметры связи: выбрать последовательный порт ПК, в который подключен адаптер RS-485, задать скорость связи, таймаут и ID устройства в сети modbus. По умолчанию пирометр имеет следующие настройки: скорость связи 115200 бод, ID устройства 1. Таймаут определяет время, за которое ПК гарантированно начнёт получение ответа от устройства. Рекомендуемое значение для стабильной работы не менее 100 миллисекунд. Все параметры связи сохраняются в файле настроек и в следующий раз при новом запуске программы нет необходимости их устанавливать.
- Нажать кнопку «Подключить». Должен начаться обмен с прибором. В нижней части окна должны отображаться измерения. В самом низу окна отображается строка состояния связи устройства в которой указана версия прибора, версия ПО и заводской номер прибора.
- Если неизвестно ID устройства возможно произвести сканирование на заданной скорости. Для этого следует выбрать имя порта, скорость связи, таймаут, скорость порта и нажать кнопку «Найти

устройство». Программа автоматически будет пытаться связаться с устройством с разным ID. В случае удачной попытки сканирование будет остановлено и начнётся обмен с устройством. Если устройство не найдено можно произвести сканирование на других скоростях. Для корректного результата сканирования необходимо отключить другие устройства от шины RS-485.

В случае если версия ПО на компьютере и версия ПО прошивки не совпадают появится следующее окно:



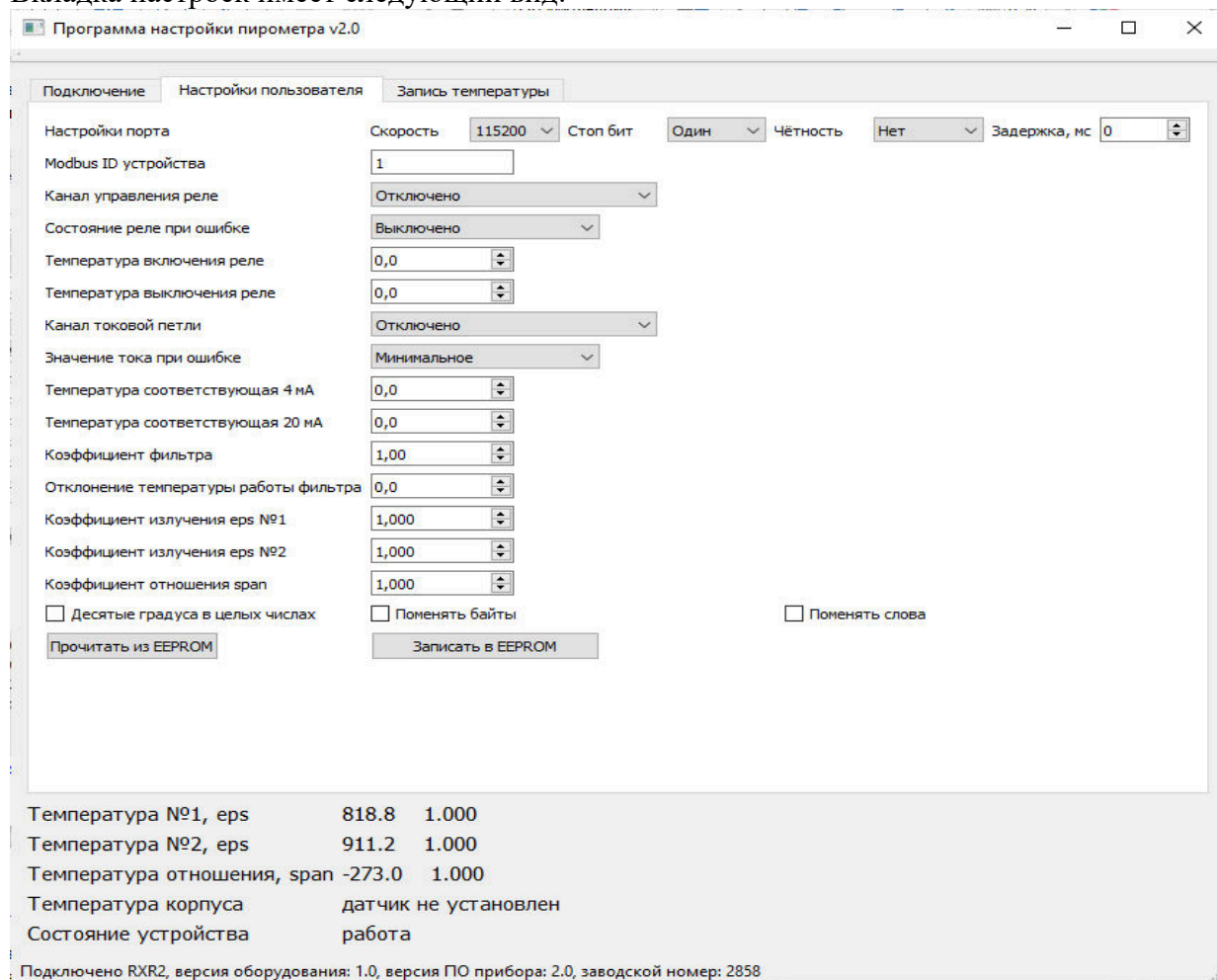
В этом случае

для работы следует использовать программу на ПК соответствующей версии.

Просмотр и редактирование настроек пользователя

После подключения для перехода к настройкам необходимо нажать на вкладку «Настройки пользователя».

Вкладка настроек имеет следующий вид:



Назначение настроек следующее:

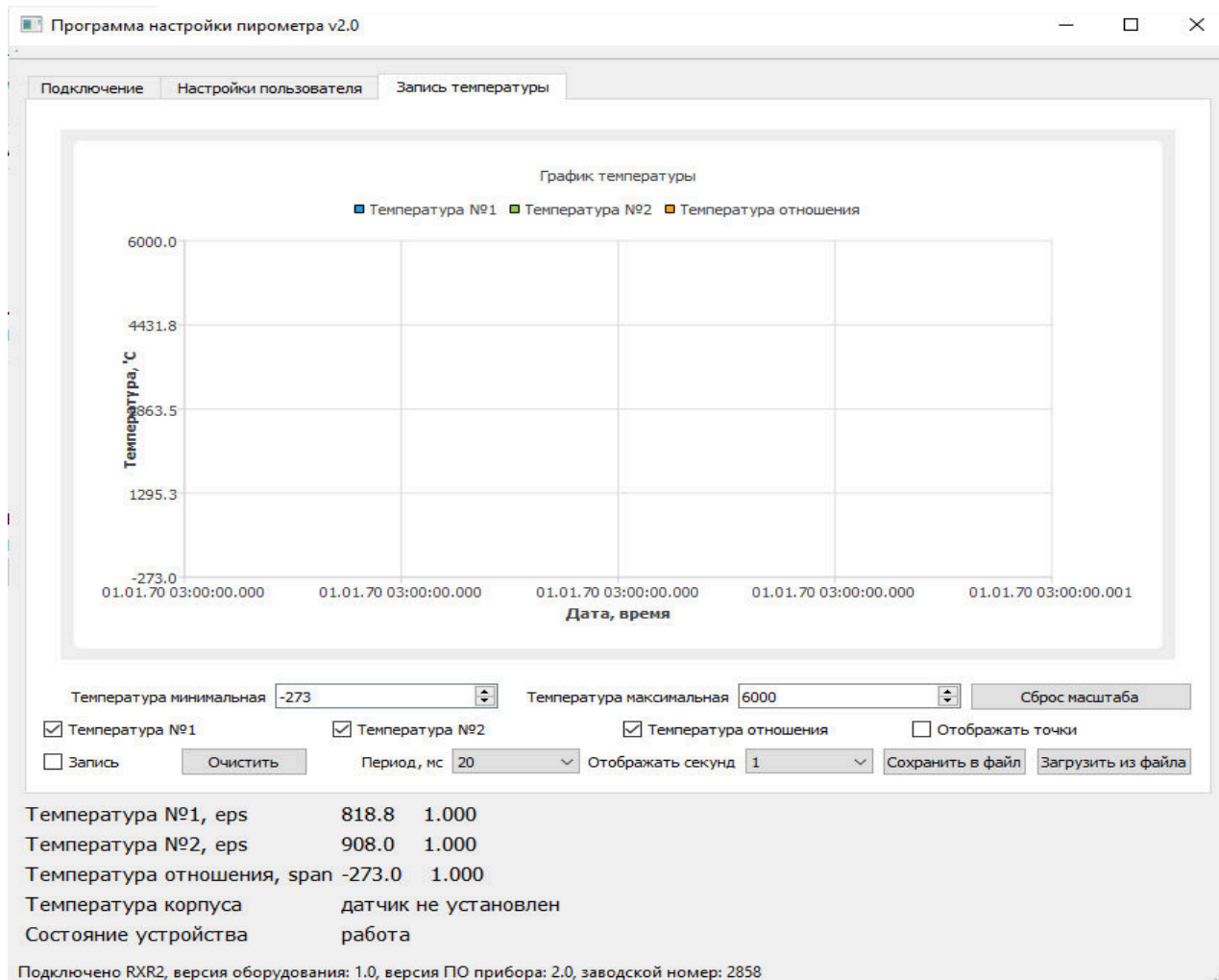
- Скорость порта пирометра в бодах из ряда 9600, 19200, 38400, 57600 и 115200. Задаёт скорость обмена. Порт работает в режиме 8 бит данных, 1 стартовый бит, 1 стоповый бит, без проверки чётности. Чем ниже скорость, тем длиннее могут быть линии связи. Высокие скорости требуют качественной витой пары и наличие терминальных резисторов на концах линии. По умолчанию скорость задаётся 115200 бод.
- ID устройства на шине modbus в диапазоне от 0 до 255. Этот параметр необходим для возможности подключения нескольких устройств к шине modbus. По умолчанию ID задан 1.
- Канал управления реле определяет источник управления реле и может быть выбран из ряда: отключено, температура №1, температура №2, температура отношения. В отключённом состоянии

реле разомкнуто.

- Состояние реле при ошибке может быть выключено или включено.
- Температура включения и температура выключения реле задают режим работы регулятора. Если температура включения ниже температуры выключения, то реле будет работать в режиме нагревателя. Если температура включения выше температуры выключения, то реле будет работать в режиме холодильника.
- Канал токовой петли может быть выбран из ряда: отключено, температура №1, температура №2, температура отношения.
- Значение ток при ошибке может быть следующим: минимальное, 4 мА, 20 мА или максимальное. Это позволяет переводить токовый выход в безопасное состояние в случае ошибки прибора.
- Температура, соответствующая 4 мА и 20 мА, задаёт диапазон температур выхода токовой петли.
- Коэффициент фильтра определяет степень фильтрации температур. Данный тип фильтра — экспоненциальный. Для выключения фильтрации следует задать значение равное 1. Значение 0.3 соответствует средней фильтрации, 0.1 — глубокой фильтрации.
- Отклонение температуры работы фильтра задают режим фильтрации. Для постоянной фильтрации следует задать значение равное 0. Если требуется реагировать на быстрое изменение температуры, но при этом использовать фильтр, необходимо указать то значение изменение температуры, которое не будет считаться незначительным для данного технологического процесса. В рамках отклонения мгновенного изменения температуры от среднего фильтр будет работать до тех пор, пока это отклонение не будет достигнуто.
- Коэффициенты излучения и отношения позволяют корректировать измерения в соответствии с излучательной способностью материала.
- Выбор «десятые градусы в целых» числа записывает показания температур для целочисленных приборов в градусах умноженных на 10. Более подробно в описании регистров.
- Выбор «поменять байты» и «поменять слова» предназначен для совместимости с различными приборами с типом данных плавающая точка. Более подробно в описании регистров.
- Настройки параметров связи вступают в силу только в случае, если были сохранены в EEPROM только после перезапуска устройства. Настройки идентификации сохраняются при сохранении в EEPROM. Остальные настройки вступают в силу сразу же после изменения.
- Кнопка «Прочитать из EEPROM» считывает настройки из EEPROM и устанавливает их действие. Кнопка «Записать в EEPROM» записывает текущие установки в EEPROM.

Запись температуры

Для записи температуры следует перейти на вкладку «Запись температуры», которая имеет следующий вид:



- Температура минимальная и максимальная задают диапазон отображения температур при записи.
- Сброс масштаба возвращает масштаб 1:1.
- Выбор температура №1, №2 и отношения позволяют включать или выключать отображение канала температуры на графике.
- Отображать точки — позволяет отображать или скрывать маркеры на графике.
- Запись — включает или отключает запись измерений.
- Кнопка очистить удаляет все измерения.
- Период мс задаёт период записи измерений в миллисекундах из ряда: 20, 100, 200, 1000, 10000, 60000. Важное замечание! Если период меньше 1000 мс и число точек достигло 500, то наиболее старые 100 точек измерений удаляются автоматически.
- Отображать секунд задаёт время обзора измерений из ряда: 1, 2, 5, 10, 30, 60 и все.
- Кнопка сохранить в файл сохраняет измерения в файл формата csv. Разделитель столбцов символ точка с запятой.
- Кнопка Загрузить из файла позволяет отобразить данные, ранее сохранённые в файл. Следует отметить, что предыдущие результаты записи будут замещены загруженным файлом.

8. СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Описание регистров modbus пирометра RXT-PRO, версия Кельвин RXR v2.0

Типы данных и расположение их в регистрах

uint16: 16 бит целое без знака, один регистр modbus;

int16: 16 бит целое с знаком, один регистр modbus;

uint32: 32 бита целое без знака, два регистра modbus: младший регистр содержит биты 0...15, старший регистр содержит биты 16...31;

float: 32 бита с плавающей точкой, два регистра modbus: младший регистр содержит биты 0...15, старший регистр содержит биты 16...31.

Регистры состояния устройства

Доступные функции modbus: read input 0x04.

Адрес	Тип	Описание
0x0000	uint16	статус АЦП
0x0001	uint32	код АЦП канала №1
0x0003	uint32	код АЦП канала №2
0x0005	uint16	статус устройства
0x0006	float	температура корпуса устройства
0x0008	float	температура канала №1
0x000A	float	температура канала №2
0x000C	float	температура спектрального отношения
0x000E	float	температура канала №1 без фильтра
0x0010	float	температура канала №2 без фильтра

Статус АЦП

Бит №0 установлен если канал №1 перегружен;

бит №1 установлен если канал №2 перегружен;

биты №3, №4, №5 указывают код текущего диапазона предусилителя от 0 до 7.

Код АЦП канала №1 и №2

Код с учётом линейного масштабирования и фильтрации.

Статус устройства

Бит №0 установлен если произошла ошибка АЦП;

бит №1 установлен если произошла ошибка EEPROM;

бит №2 установлен если канал №1 перегружен;

бит №3 установлен если канал №2 перегружен;

бит №4 установлен если измерения канала №1 стабилизировались;

бит №5 установлен если измерения канала №2 стабилизировались.

Температура корпуса устройства

Температура выносного терморезистора в градусах Цельсия используется для контроля нагрева оптики устройства.

Температура канала №1

Во всех режимах работы пирометра содержит температуру канала №1 в градусах Цельсия.

Температура канала №2

В режиме одноканального пирометра с фотодиодным сенсором не используется;

в режиме двухканального пирометра спектрального отношения с фотодиодным сенсором содержит температуру канала №2 в градусах Цельсия;

в режиме пирометра с термопарным сенсором содержит температуру сенсора термопары в градусах Цельсия.

Температура спектрального отношения

В режиме одноканального пирометра с фотодиодным сенсором не используется;

в режиме двухканального пирометра спектрального отношения с фотодиодным сенсором содержит температуру спектрального отношения канала №2 к каналу №1 в градусах цельсия;
в режиме пирометра с термобатарейным сенсором не используется.

Температура канала №1 и №2 без фильтра

Содержит температуру аналогично регистрам выше, но без использования фильтра.

Регистры состояния устройства с возможностью перестановки байт в типе данных float

Доступные функции modbus: read input 0x04.

Адрес	Тип	Описание
0x0100	uint16	статус устройства
0x0101	float	температура корпуса устройства
0x0103	float	температура канала №1
0x0105	float	температура канала №2
0x0107	float	температура спектрального отношения

Данная группа регистров аналогична регистрам, описанным выше за исключением возможности перестановки байтов в типе float.

Перестановка байтов описана в регистрах настроек пользователя.

Регистры состояния устройства в целых числах

Доступные функции modbus: read input 0x04.

Адрес	Тип	Описание
0x0200	uint16	статус устройства
0x0201	int16	температура корпуса устройства
0x0202	int16	температура канала №1
0x0203	int16	температура канала №2
0x0204	int16	температура спектрального отношения

Данная группа регистров аналогична регистрам, описанным выше за исключением представления температуры в целых числах.

Температура содержится в градусах или десятых градусах Цельсия. Эта настройка описана в регистрах настроек пользователя.

Регистры настроек пользователя

Доступные функции modbus: read holding 0x03, write multiple 0x10.

Адрес	Тип	Описание
0x1000	uint16	скорость последовательного порта
0x1001	uint16	идентификатор устройства в сети modbus
0x1002	uint16	дополнительная задержка ответа на запрос
0x1003	uint16	источник управления реле
0x1004	uint16	состояние реле в случае возникновения ошибки
0x1005	float	температура включения реле
0x1007	float	температура выключения реле
0x1009	uint16	источник для сигнала токовой петли
0x100A	uint16	значение тока в случае возникновения ошибки

0x100B	float	Температура, соответствующая 4 мА
0x100D	float	Температура, соответствующая 20 мА
0x100F	float	коэффициент экспоненциального фильтра
0x1011	float	диапазон изменения температуры работы фильтра
0x1013	float	коэффициент излучательной способности ϵ_{rs} измеряемого объекта в канале №1
0x1015	float	коэффициент излучательной способности ϵ_{rs} измеряемого объекта в канале №2
0x1017	float	коэффициент спектрального отношения s_{rap}
0x1019	uint16	конфигурация состояния устройства

Скорость последовательного порта

Задаёт скорость работы последовательного порта в сети modbus:

- 0 - 9600 бод;
- 1 - 19200 бод;
- 2 - 38400 бод;
- 3 - 57600 бод;
- 4 - 115200 бод.

Значение по умолчанию: 4.

Остальные параметры связи: 8 бит данных, один стартовый бит, один стоповый бит, без проверки чётности.

Изменения вступают в действие после перезапуска устройства.

Идентификатор устройства в сети modbus

Диапазон идентификатора 0...0xFF.

Значение по умолчанию: 0x01.

Изменения вступают в действие после перезапуска устройства.

Дополнительная задержка ответа на запрос

Данная настройка не используется и зарезервирована на будущее.

Источник управления реле

Может принимать следующие значения:

- 0 - не задан;
- 1 - канал №1;
- 2 - канал №2;
- 3 - канал спектрального отношения.

Значение по умолчанию: 0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистр.

Состояние реле в случае возникновения ошибки

В случае возникновения ошибки реле перейдёт в заданное состояние:

- 0 - выключено;
- 1 - включено.

Значение по умолчанию: 0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистр.

Температура включения и выключения реле

Задаются в градусах Цельсия.

Реле работает в режиме нагревателя если температура включения реле меньше температуры выключения реле.

Реле работает в режиме холодильника если температура включения реле больше температуры выключения реле.

Значения по умолчанию: 0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистры.

Источник для сигнала токовой петли

Может принимать следующие значения:

- 0 - не задан;
- 1 - канал №1;
- 2 - канал №2;
- 3 - канал спектрального отношения.

Значение по умолчанию: 0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистр.

Значение тока в случае возникновения ошибки

В случае возникновения ошибки на токовой петле будет установлено следующее значение тока:

0 - меньше 4 мА;

1 - 4 мА;

2 - 20 мА;

3 - больше 20 мА.

Значение по умолчанию: 0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистр.

Температура, соответствующая 4 мА и 20 мА

Задают диапазон отображения температуры на токовый выход.

На выходе будет установлен ток 4 мА если температура меньше соответствующей 4 мА.

На выходе будет установлен ток 20 мА если температура больше соответствующей 20 мА.

Значения по умолчанию: 0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистры.

Коэффициент экспоненциального фильтра

Задаёт степень фильтрации сигнала сенсоров. Диапазон значений 0..1;

0.1 - сильная фильтрация;

0.3 - средняя фильтрация;

0.5 - малая фильтрация;

1 - фильтр отключен.

Значение по умолчанию: 1.0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистры.

Диапазон изменения температуры работы фильтра

Задаёт допустимое отклонение мгновенной температуры относительно фильтрованной температуры в градусах Цельсия при которой фильтр продолжает работу. В случае выхода за пределы фильтр сбрасывается.

Данная настройка позволит реализовать сильную фильтрацию без потери динамики, фактически определяя мгновенное изменение температуры, которое критично для конкретного процесса измерения.

Фильтр всегда работает если задано значение равное нулю.

Значение по умолчанию: 0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистры.

Коэффициент излучательной способности ϵ измеряемого объекта в канале №1 и №2

Может принимать значения из диапазона 0...1.

Значения по умолчанию: 1.0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистры.

Коэффициент спектрального отношения σ

Задаёт коэффициент-множитель отношения мощностей излучения при расчёте температуры методом спектрального отношения.

Значение по умолчанию: 1.0.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистры.

Конфигурация состояния устройства

Меняет местами байты в регистрах состояния в типе данных float если бит №0 установлен;

меняет местами слова в регистрах состояния в типе данных float если бит №1 установлен;

отображает температуру в регистрах состояния в типе данных int16 если бит №2 установлен.

Значение по умолчанию: 0x0000.

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистр.

Регистры управления устройством

Доступные функции modbus: read holding 0x03, write multiple 0x10, write single 0x06.

Адрес	Тип	Описание
0x2000	uint16	команда работы с EEPROM

Команда работы с EEPROM

Предназначена для управления EEPROM. Запись в регистр следующих значений будут приводить к следующим действиям:

1 - прочитать настройки пользователя из EEPROM;

2 - записать настройки пользователя в EEPROM;

Изменения вступают в действие сразу после записи в регистр.

Регистры идентификации устройства

Доступные функции modbus: read holding 0x03.

Адрес	Тип	Описание
0xF000	uint16	преамбула
0xF001	uint16	код унификации устройства
0xF002	uint16	версия платы
0xF003	uint16	версия ПО

Преамбула

Содержит значение 0xA55A.

Код унификации устройства

Для RXT2 код имеет значение 0x5387

Версия платы

Старший байт - версия, младший - подверсия.

Версия ПО

Старший байт - версия, младший - подверсия.

9. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ ПРИБОРА

Температура окружающего воздуха $-40^{\circ}\dots+70^{\circ}\text{C}$.

Как измерительный прибор, использующий принцип преобразования энергии инфракрасного излучения объекта тепловым приемником, "Кельвин" лучше функционирует при нормальных условиях.

Необходимая точность измерения обеспечивается, если температура корпуса прибора меняется достаточно медленно. Если прибор подвергается большим колебаниям внешней температуры ($\pm 15^{\circ}\text{C}$), то для обеспечения точности измерения необходимо выдержать прибор по крайней мере 10 минут. Меньшие колебания температуры окружающей среды требуют меньшего времени выдержки.

10. МАРКИРОВКА

Маркировка прибора должна включать в себя:

- обозначение прибора;
- наименование предприятия - изготовителя;
- год изготовления;
- знак соответствия или качества ГОСТ Р;
- заводской номер прибора.

11. УПАКОВКА

Упаковка прибора производится по ГОСТ 7746-2015 в потребительскую тару, выполненную из гофрированного картона.

12. ХРАНЕНИЕ

Прибор хранить в закрытых отапливаемых помещениях в картонных коробках при следующих условиях:

1. Температура окружающего воздуха $-40^{\circ}\dots+80^{\circ}\text{C}$.

2. Относительная влажность воздуха не более 95% при температуре 35°C .

Воздух помещения не должен содержать пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

13. ТРАНСПОРТИРОВКА

13.1. Прибор в упаковке транспортировать при температуре от -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$, относительной влажности не более 98% при 35°C .

13.2. Транспортирование допускается всеми видами закрытого транспорта.

13.3. Транспортирование авиатранспортом должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

14. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

14.1. Техническое обслуживание прибора заключается в периодической очистке корпуса и входного окна прибора от загрязнений. Очистку корпуса и входного окна прибора следует проводить без использования растворителей и других агрессивных жидкостей.

Излучательная способность объекта - отношение мощности излучения объекта при данной температуре к мощности излучения абсолютно черного тела (АЧТ).
Излучательная способность АЧТ равна 1,00

ПРИЛОЖЕНИЕ

Излучательная способность некоторых материалов

Материал	Температура	Из- град. С	ЕТ луч.
Алюминий:	220...520	N	0,008-0,062
- сильно окисленный	87...520	N	0,02-0,33
- фольга	100...30	N	0,04...0,03
Асбестовая бумага	40...370	N	0,93...0,95
Асбестовый картон	25...30	N	0,94...0,96
Асбошифер	20	N	0,96
Асфальт	25...30	N	0,95
Бумага:			
- белая	20	N	0,70...0,90
- желтая		N	0,72
- красная		N	0,76
- зеленая		N	0,85
- синяя		N	0,84
- черная		N	0,90
- покрытая черным лаком		N	0,93
- черная матовая		N	0,94
- тонкая, наклеенная на металл	19	N	0,924
Береза строганая	25...30	N	0,92
Бетон	20	N	0,92
Бронза:			
алюминиевая	177...1000	N	0,03-0,06
окисленная	177...1000	N	0,08-0,16
Бумажный картон разных сортов	25...30	N	0,89...0,93
Вода (слой толщиной более 0,1 мм)	0...100	N	0,92...0,96
Водяная пленка на металле	20	N	0,98
Вольфрам:	120-500-	N	0,039-0,081-
	1700-3100		0,249-0,345
	920-1500-	N	0,116-0,201
-2000-2700		0,247-0,312	
Гипс	20	N	0,8...0,9
Глинозем	25...30	N	0,96
Глина обожженная	70	N	0,91
Графит	900-2900	N	0,77-0,83
Дерево :			
- белое, сырое	20	N	0,7...0,8
- строганое	20	N	0,8...0,9
- шлифованное		N	0,5...0,7
Древесные опилки хвойных	25...30	N	0,96
деревьев			
Дюраль Д16220-620		N	0,016-0,03
Известь		N	0,3...0,4
Кварцевый песок	25...30	N	0,93
Керосин	25...30	N	0,96
Кирпич :			
- огнеупорный, слабоизлучающий	500...1000	N	0,65...0,75
- огнеупорный, сильноизлучающий	500...1000	N	0,8...0,9
- шамотный, глазурованный	20	N	0,85
- то же (55 % SiO ₂ , 41 % Al ₂ O ₃)	1100	N	0,75
- то же (55 % SiO ₂ , 41 % Al ₂ O ₃)	1230	N	0,59
- диасовый, огнеупорный	1000	N	0,66
- неглазурованный, шероховатый	1000	N	0,80

- глазурованный, шероховатый	1100	N	0.85
- красный, шероховатый	20	N	0.88...0.93
- силиманитовый (33%SiO ₂ , 64%Al ₂ O ₃)	1500	N	0.29
- огнеупорный, корундовый	1000	N	0.46
- огнеупорный, магнезитовый	1000...1300	N	0.38
- то же (80% MgO, 9% Al ₂ O ₃)	1500	N	0.39
- силикатный (95% SiO ₂)	1230	N	0.66
Кирпичная кладка оштукатуренная	20	N	0.94
Кожа человеческая	36	N	0.98
Кожа дубленая		N	0.75...0.80
Краска :			
- масляная, различных цветов	100	N	0.92...0.96
- кобальтовая, синяя		N	0.70...0.80
- кадмиевая, желтая		N	0.28...0.33
- хромовая, зеленая		N	0.65...0.70
- алюминиевая, после нагрева	150...315	N	0.35
Лак :			
- черный, матовый	40...95	N	0.96...0.98
- черный, блестящий, на железе	25	N	0.88
- белый	40...100	N	0.80...0.95
- белый, эмалевый на железе	23	N	0.906
- бакелитовый	80	N	0.93
- алюминиевый	20	N	0.39
- жаропрочный	100	N	0.92
Латунь :			
- полированная	100	N	0.05
- отлично полированная	220-330	N	0,02
- составом-73%Cu,26%Zn	245...355	N	0.028...0.031
- составом-73%Cu,26%Zn	200	N	0.03
- листовая, прокатанная	22-100	N	
- листовая, обработанная наждаком	22	N	0.20
- матовая, тусклая	50...350	N	0.22
- окисленная при температуре 600°C	200...600	N	0.61...0.59
Лед гладкий	-10	N	0.96...0.97
	0	N	0,96
Лед, покрытый крупным инеем	-10	N	0.98
	0	N	0,985
Луженое железо, блестящее	25	N	0.043...0.064
Масло трансформаторное	25...30	N	0,93
Медь :	200-300-	N	0,022-0,024-
500-800		N	0,05-0,061
- электролитическая, полированная	80	N	0.018
- полированная	115	N	0.023
- шабренная до блеска	22	N	0.072
- окисленная	50	N	0.6...0.7
- окисленная	30-330-	N	0,38-0,47-
	520-820	N	0,59-0,87
- окисленная	193-260-	N	0,66-0,78-
420-800		N	0,9-0,93
- окисленная при нагреве	200...600	N	0.57...0.55
- покрытая толстым слоем окиси	25	N	0.78
Мука пшеничная	25...30	N	0.96
Нефть	25...30	N	0,95
Никелированное железо, полированное	23	N	0.045
Никелированное железо, неполированное	20	N	0.37...0.48
Нихромовая проволока :			
- чистая	50	N	0.65
- чистая, при нагреве	500...1000	N	0.71...0.79
- окисленная	50...500	N	0.95...0.98

Олово:	30-90	H	0,05
- блестящее	25	N	0.043...0.064
Пермаллой окисленный	20	N	0.11...0.03
Пенопласт	20	N	0.60...0.05
Пластмасса	20	N	0.68...0.02
Песок речной чистый	25...30	N	0.95
Плексиглас	25...30	N	0.95
Резина мягкая, серая, шероховатая	24	N	0,86
Ртуть чистая	0-100	N	0,09-0,12
Рубероид	20	N	0.93
Сахарный песок	25...30	N	0.97
Свинец :	30-260	H	0,04-0,08
- блестящий	250	N	0.08
- серый, окисленный	0-200	H	0.28
- окисленный при нагреве	200	H	0,63
Серебро:	170-830	H	0,012-0,046
- чистое полированное	225...625	N	0.0198-0.0324
Слюда :			
- толстый слой		N	0.72
- в порошке, агломерированном в силикате		N	0.81...0.85
Смола		N	0.79...0.84
Снег	-10		0.80...0.85
Сталь углеродистая:	170-1130	H	0,06-0,31
- прокатанная	50	N	0.56
- шлифованная	940...1100	N	0.52...0.61
- с шероховатой поверхностью	50	N	0.95...0.98
- ржавая, красная	20	N	0.59
- оцинкованная	20	N	0.28
- легированная(8% Ni ; 18% Cr)	500	N	0.35
Сталь нержавеющей:			
- полированная	25...30	N	0.13
- после пескоструйки	700	N	0.70
- после прокатки	700	N	0.45
- окисленная при температуре 600°C	200...600	N	0.79
- окисленная, шероховатая	40...370	N	0.94...0.97
Стекло оконное	25...30	N	0.91
	22...100	N	0.94...0.91
Стекло	250...1000	N	0.87...0.72
	1100...1500	N	0.70...0.67
Стекло матовое	20	N	0.96
Соль поваренная техническая	25...30	N	0.96
Спирт этиловый	25...30	N	0,89
Сукно черное	20	N	0.98
Текстолит	20	N	0.93 0.02
	200	N	0.15
Титан полированный	500	N	0.20
	1000	N	0.36
	200	N	0.40
Титан, окисленный	500	N	0.50
	1000	N	0.60
Ткань :			
- асбестовая		N	0.78
- хлопчатобумажная и льняная	25...30	N	0.92...0.96
Уголь каменный	25...30	N	0.95
Фарфор белый, блестящий		N	0.70...0.75
Фарфор глазурованный	22	N	0.92
Фибра	25...30	N	0.93
Фторопласт	20	N	0.95 0.02

Хлопок-сырец различной влажности	25...30		N	0.93...0.96
Хром неполированный	38...538		N	0.08...0.26
Хром полированный	50	N		0.08...0.10
Хром полированный	500...1000		N	0.28...0.38
Хромоникель	52...1035		N	0.64...0.76
Цемент	25...30	N		0.93
Цинк:	30-260	N		0,02-0,06
Окисленный	30-200-530	N		0,28-0,14-0,11
Чугун :				
- обточенный	830...990	N		0.60...0.70
- окисленный при нагреве	200...600	N		0.64...0.78
- шероховатый, сильно окисленный	40...250		N	0.95
Чугунное литье	50	N		0.81
Чугун в болванках	1000	N		0.95
Шеллак черный, блестящий на железе	21	N		0.82
	0...100	N		0.97...0.93
Шлаки котельные	200...300	N		0.89...0.78
	600...1200	N		0.76...0.70
	1400...1800	N		0.69...0.67
Штукатурка шероховатая, известковая	10...90	N		0.91
Эбонит		N		0.89
Змаль белая	20	N	0.90	
Ячмень, просо, кукуруза	25...30	N		0.95

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. N - излучение в направлении нормали.

2. N - излучение в пределах полусферы.

3. Линейная интерполяция между точками достаточно точная.

4. Литература: Физические величины. Справочник.

Энергоатомиздат. 1991 г.

Если излучательная способность объекта неизвестна, то ее можно определить с помощью следующего метода:

1. Образец материала нагревается до определенной температуры, как-либо точно измеренной.

2. Температура поверхности образца измеряется пирометром. Значение излучательной способности подбирается до тех пор, пока индикатор прибора не покажет известную температуру образца.

3. Найденное значение излучательной способности фиксируется и используется для дальнейших измерений температуры этого материала