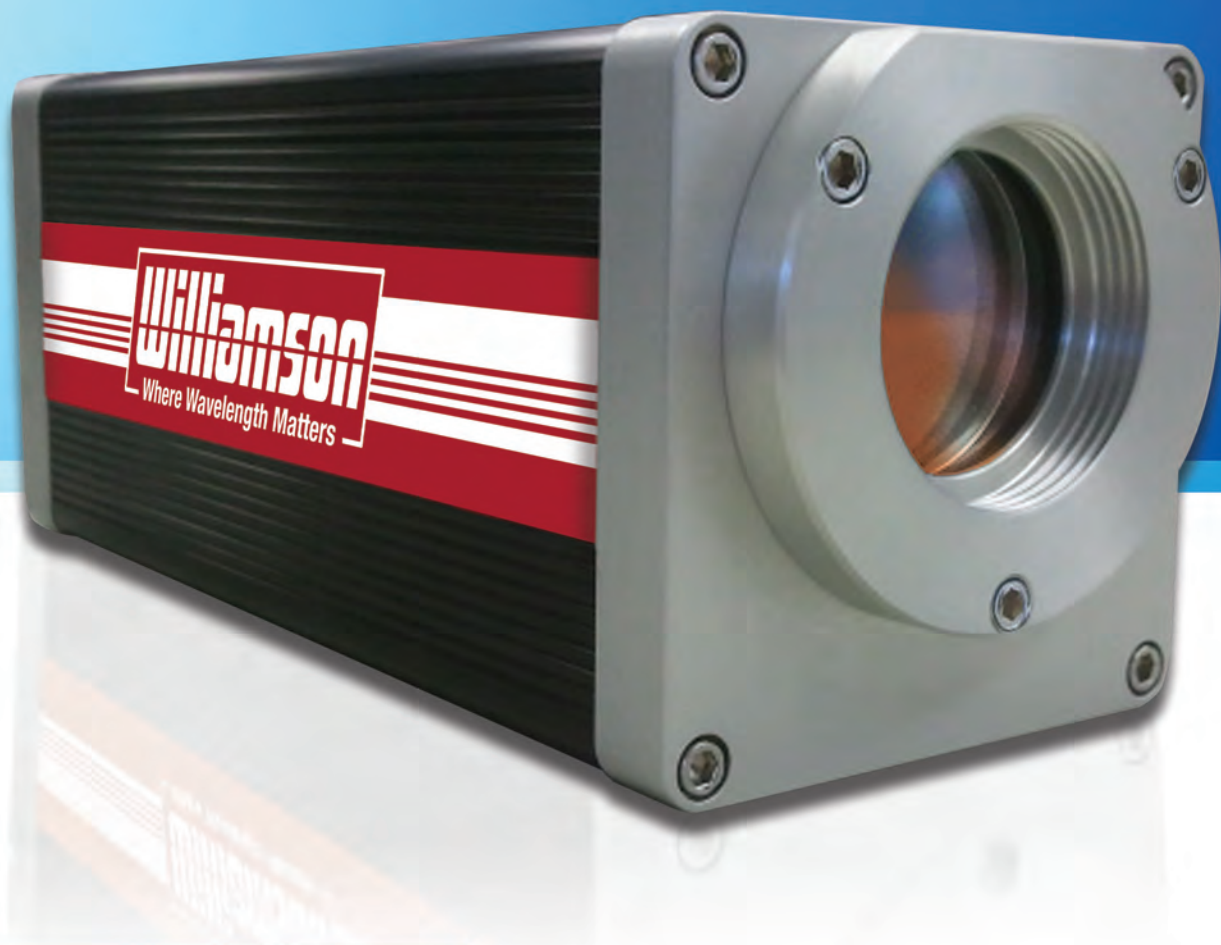


ПРОМЫШЛЕННЫЕ  
ИНФРАКРАСНЫЕ  
**ПИРОМЕТРЫ**



**Williamson**  
*Where Wavelength Matters*

## Преимущества инфракрасных пирометров

Измерение температуры в технологических операциях обычно требуется для отслеживания и контроля качества продукции и эффективности процесса. Во многих случаях используются контактные устройства, такие как термопары и терморезисторы, но слишком часто эти устройства являются неточными, слишком медленными, сложными в использовании или требуют частой замены, что приводит к простоям в технологическом процессе и снижению производительности. Инфракрасные пирометры являются идеальным решением для многих сфер применения, поскольку они могут точно и надежно измерять температуру объекта без контакта с ним. Эта способность наилучшим образом подходит для следующих условий использования:

- Высокие температуры
- Движущиеся или недоступные объекты
- Агрессивная или опасная среда
- Потребность в высоком быстродействии

Компания Williamson в рамках серий Silver, Gold и Pro предлагает пирометры, оптимальные для широкого спектра применения.



## Как работают инфракрасные пирометры

Каждый объект излучает инфракрасную энергию, пропорциональную его температуре. Более горячие объекты излучают больше энергии, а более холодные — меньше энергии. Инфракрасные пирометры собирают инфракрасную энергию, излучаемую объектом, и преобразуют ее в значение температуры. На количество энергии, собираемой датчиком, влияют характеристики **излучательной способности** объекта и характеристики пропускания любых **промежуточных оптических помех** между датчиком и объектом измерения. Влияние этих факторов существенно различается при разных длинах волн инфракрасного излучения. Выбор пирометра, настроенного на подходящую длину волны, имеет важное значение для получения точных показаний.

## Williamson — Там, где важна длина волны

Самая важная отличительная черта Williamson — наш особый акцент на **длине волны**. Тщательно подбирая длины волн в наших пирометрах, мы можем «видеть» сквозь промежуточные оптические помехи, уменьшать изменения излучательной способности и обеспечивать более стабильные и точные измерения температуры.

**Излучательная способность** — это термин, используемый для количественной оценки способности материала излучать инфракрасную энергию. Излучательная способность связана с отражающими и пропускающими характеристиками материала и измеряется по шкале от 0,0 до 1,0. С практической точки зрения, излучательная способность является противоположностью отражательной способности. Например, поверхность с высокой отражательной способностью (алюминий) имеет низкую излучательную способность — 0,1, а матовая поверхность (огнеупорный кирпич) имеет более высокую излучательную способность — 0,9.

**Промежуточные оптические помехи**, такие как пар, водяные испарения, языки пламени или газообразные продукты горения, могут влиять на количество энергии, измеряемое датчиком.

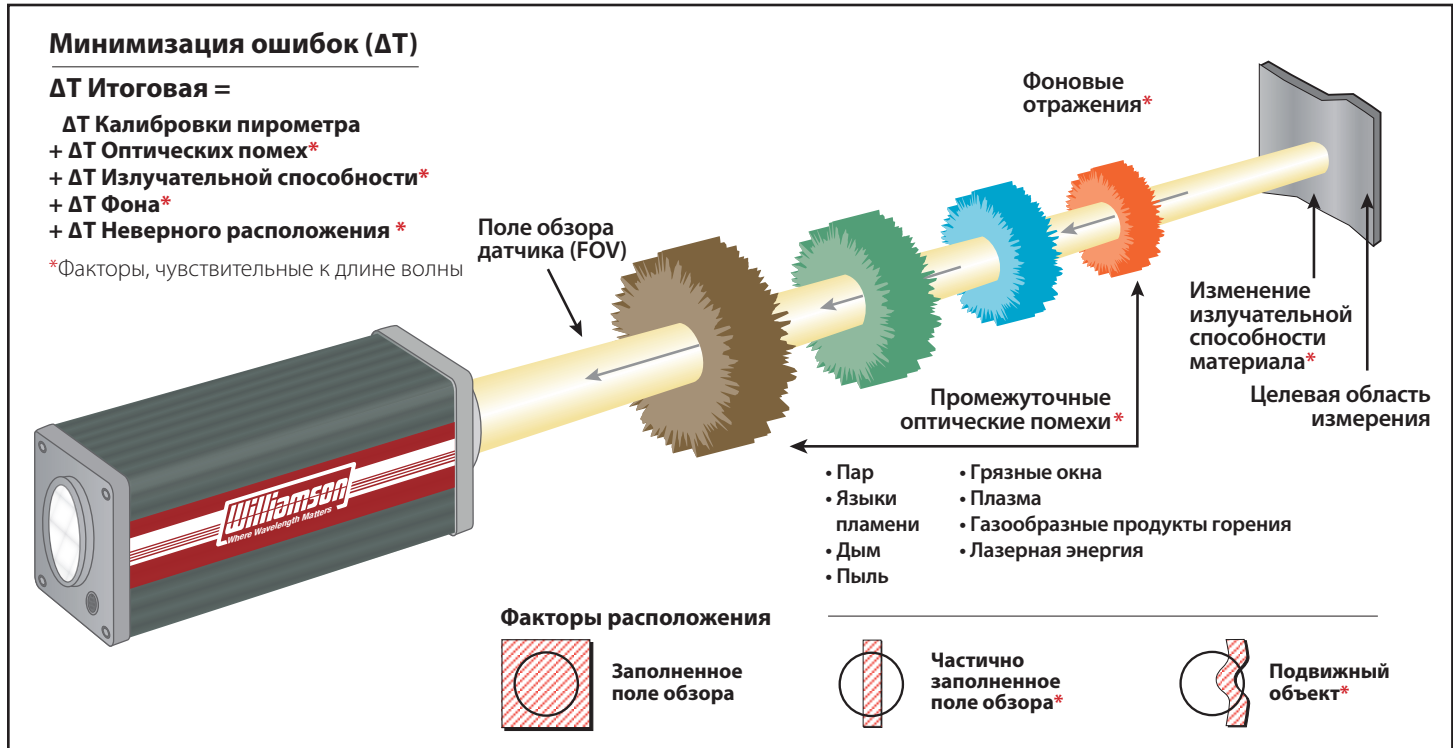
Уже более 60 лет Williamson производит самые точные пирометры для самых сложных условий применения в промышленности. Поскольку мы долгое время специализировались на разработке индивидуальных решений, мы считаем, что для каждого вида использования должен применяться определенный пирометр вместо нескольких пирометров для всех видов использования.

## Почему длина волны важна

При измерении температуры в идеальных лабораторных условиях самым главным фактором является точность калибровки пирометра. Однако в большинстве сфер промышленности условия работы отличаются от идеальных из-за наличия множества помех и факторов, которые способствуют получению неточных показаний. **Продуманный выбор длины волны** позволяет значительно уменьшить или даже устранить ошибки, возникающие из-за

оптических помех, изменения излучательной способности, отражений фона и неверного расположения. Большинство производителей пирометров уделяют особое внимание точности калибровки, оптике и диапазону температур, но не выбору длины волны. В компании Williamson мы **тщательно подбираем длину волны**, чтобы наши пирометры обеспечивали наиболее точное измерение температуры при любых условиях эксплуатации.

### Распространенные причины ошибок в показаниях пирометра



## Пирометрические технологии

Williamson предлагает устройства, в которых используются 6 различных инфракрасных технологий с разными вариантами длины волны, несколькими оптическими конфигурациями, температурными интервалами и аксессуарами. Все это позволяет точно подобрать пирометр для каждой сферы применения.

Одноволновые технологии		
Коротковолновые (SW)	Длинноволновые (LW)	С особой длиной волны (SP)
Ошибки из-за умеренного изменения излучательной способности, оптических помех и неверного расположения относительно невелики, особенно при низких температурах. Некоторые модели могут выполнять измерения, несмотря на распространенные препятствия.	Недорогие пирометры идеально подходят для широкого применения, когда требуется измерять температуры ниже 100 °C (200 °F).	Используются, когда объект обладает минимальной отражательной способностью и максимальной непрозрачностью на определенной длине волны или когда оптические помехи максимально прозрачны на определенной длине волны.

Инновационные инфракрасные технологии		
Двухцветные (TC)	Двухволновые (DW)	Многоволновые (MW)
Пирометры спектрального отношения разработаны таким образом, чтобы компенсировать изменения излучательной способности, умеренные оптические помехи или неверное расположение.	Пирометры спектрального отношения предназначены для измерения самой высокой температуры в поле зрения. Специально подобранные длины волн позволяют выполнять измерения, невзирая на воду, пар, пламя, плазму и лазерную энергию. Более устойчивы к окалине, неверному расположению и оптическим помехам, чем двухцветные.	Используются для измерения температуры материалов без серого тела, таких как алюминий, медь, нержавеющая сталь и цинк. Алгоритмы, специально подобранные для каждого вида использования, подстраиваются под комплекс характеристик излучательной способности.



## Одноволновая технология

Одноволновые пирометры — предпочтительный выбор в ситуации, когда требуется простая и недорогая технология. Для большинства сфер применения следует выбирать самую короткую длину волны,

соответствующую условиям измерения и желаемому диапазону температур. В зависимости от оптических и излучательных свойств объекта могут потребоваться особые длины волн.

### Коротковолновые (SW)

Williamson уделяет особое внимание коротковолновым одноволновым пирометрам, поскольку они более устойчивы к **изменению излучательной способности и оптическим помехам**. Благодаря этому данные коротковолновые измерительные приборы способны отлично работать в самом широком диапазоне реальных условий эксплуатации.

#### Для чего чаще всего используются короткие волны

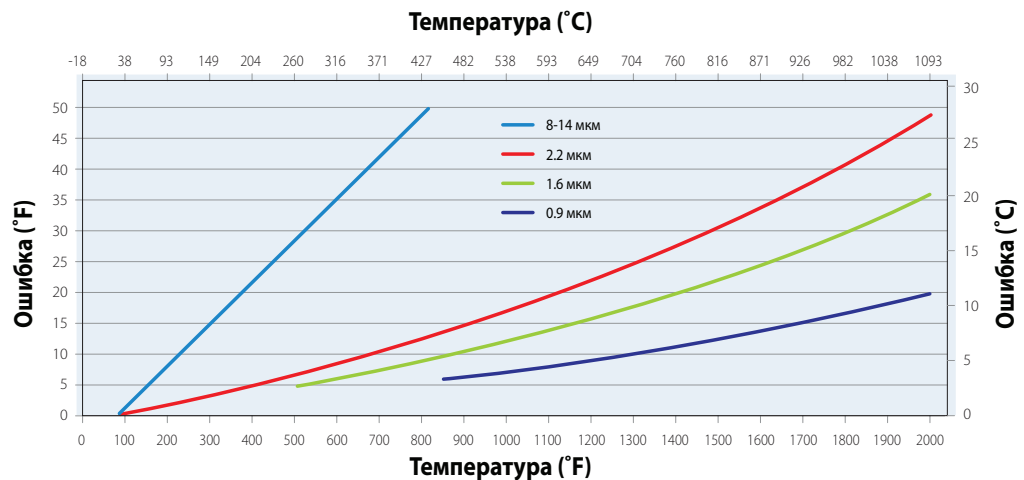
- Металлы с низкой температурой
- Термореакторы
- Плавильное оборудование
- Котлы
- Печи



### У коротковолновых приборов ниже число ошибок из-за изменений излучательной способности

Для большинства видов использования рекомендуется выбирать кратчайшую практически возможную длину волны. Как показано на графике, более короткие длины волн позволяют сократить число ошибок. Кроме того, коротковолновые датчики могут быть в 4–20 раз менее чувствительны к изменению излучательной способности по сравнению с длинноволновыми датчиками.

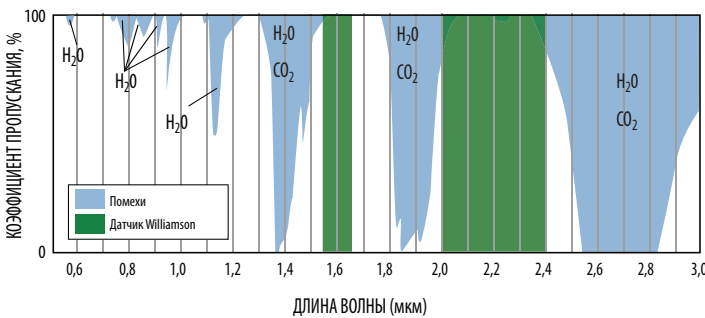
Ошибка одноволнового прибора из-за 10% оптических помех, неверного расположения или изменения излучательной способности



### Короткие волны могут проникать сквозь оптические помехи

Выбор длины волны является важнейшим фактором в коротковолновой технологии Williamson. Подобрать подходящий диапазон длины волн, вы сможете «видеть» сквозь воду, пар, пламя,

дымовые газы, плазму и другие помехи, которые часто встречаются в промышленности.



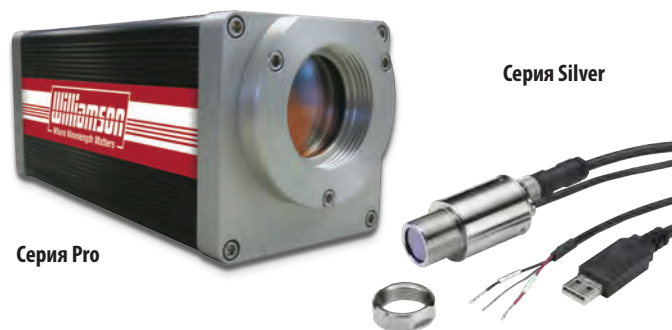
Несмотря на высокую прозрачность в видимом спектре, диоксид углерода и водяной пар относительно непрозрачны в широком диапазоне инфракрасного спектра. В датчиках Williamson на 1,6 и 2,2 мкм используются уникальные узкополосные фильтры, которые позволяют избежать воздействия этих помех. Изделия конкурентов, в которых применяются инфракрасные фильтры гораздо более широкого диапазона (обычно 1,0–1,7 мкм и 2,0–2,6 мкм), не могут четко выполнять измерения сквозь эти распространенные газы.

## Длинноволновые (LW)

Данные пирометры, как правило, более дешевые, но при измерении температур свыше 100 °C (200 °F) у них могут возникать большие погрешности из-за оптических помех, неверного расположения и изменений излучательной способности. Эти измерительные приборы общего назначения подходят для множества объектов с низкой или близкой к температуре окружающей среды температурой, а также для материалов с высокой излучательной способностью.

### Для чего чаще всего используются длинные волны

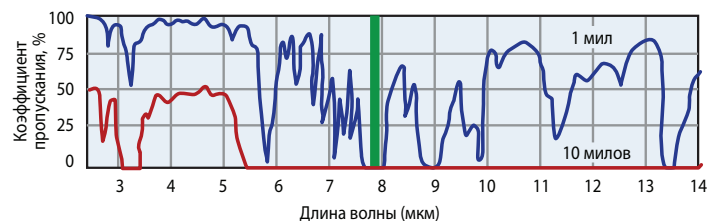
- Продукты питания
- Бумага
- Резина
- Ткань
- Пластик
- Жидкости
- Лед
- Почва
- Минералы
- Строительные материалы
- Стеклопанельная поверхность
- Измерения общего назначения



## С особой длиной волны (SP)

Пирометры с особой длиной волны применяются, когда объект обладает минимальной отражательной способностью и максимальной непрозрачностью на определенной длине волны или когда оптические помехи максимально прозрачны на определенной длине волны.

Пример: Полоса излучения полиэфирной пленки.



При длине волны 7,9 мкм полиэфирная пленка является непрозрачной. Пирометры, настроенные на эту особую длину волны, подходят для измерения температуры данного материала.



Для чего чаще всего используются волны особой длины	Диапазон температур	Особая длина волны
Пламя на основе водорода, аммиака и углеводородов	700–3200 °F / 375–1750 °C	1,86 мкм
Тонкие пленки из пластмасс на основе углеводородов (полиэтилен и полипропилен)	125–700 °F / 50–370 °C	3,43 мкм
Газообразные продукты горения с высокой температурой, пламя на основе углерода (CO, CO <sub>2</sub> )	600–4000 °F / 300–2200 °C	4,65 мкм
Стеклопленочные поверхности — внутри печей, сушильных установок и кварцевых инфракрасных обогревателей	200–4000 °F / 100–2200 °C	5 мкм
Тонкопленочные пластики, такие как полиэстер, акрил и тефлон, эпоксидная смола и окрашенные поверхности. Различная аппаратура с ИК-нагревателями	85–2500 °F / 30–1375 °C	7,9 мкм

## Технологии пирометров спектрального отношения

Пирометры спектрального отношения отличаются от одноволновых пирометров тем, что они измеряют энергию инфракрасного излучения на двух длинах волн, а не на одной. Соотношение энергии между двумя измеренными длинами волн затем преобразуется

в значение температуры. Этот способ измерения позволяет пирометрам спектрального отношения нивелировать влияние изменения излучательной способности, частично заполненных полей обзора и оптических помех.

### Двухцветные (TC) и двухволновые (DW)

Существует два типа технологий пирометров спектрального отношения, и Williamson — единственная компания, предлагающая пирометры с использованием обеих технологий. Двухцветная технология предусматривает использование «слоеного» детектора и фиксированного набора длин волн. Двухволновая технология предполагает применение одного детектора с двумя уникальными настраиваемыми длинами волн, что позволяет использовать все преимущества двухцветного пирометра, а также получить некоторые существенные дополнительные возможности.



Серия Pro

#### Двухцветные пирометры

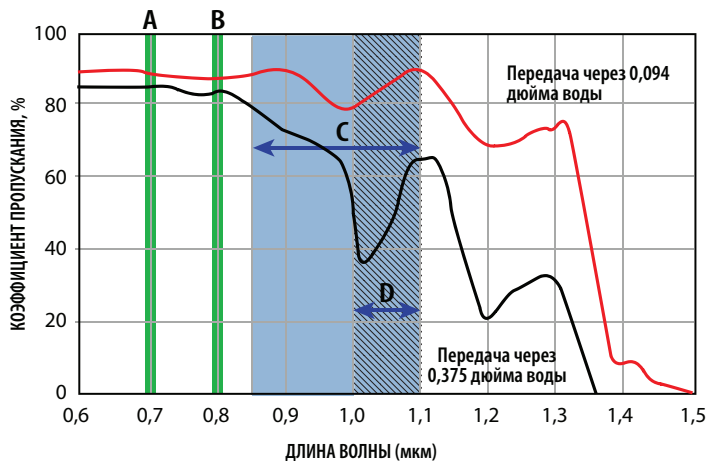
- Предустановлена длина волны для широкого применения
- Компенсируют влияние изменений излучательной способности, умеренных оптических помех или неверного расположения
- Используются при наличии четкого оптического пути между пирометром и объектом
- Измеряют температуру выше 600 °C / 1100 °F
- Идеально подходят для черных металлов, не имеющих окалины и равномерно нагретых

#### Двухволновые пирометры

- Предустановлена тщательно подобранная длина волны
- Компенсируют влияние изменений излучательной способности, перепадов температур, сильных оптических помех и неверного расположения
- Предоставляют возможность выбора длины волны для проведения измерений через воду, пар, пламя, плазму и т. д.
- Измеряют температуру выше 95 °C / 200 °F
- Лучше справляются с окалиной, перепадами температур и не серыми помехами (в 20 раз меньше ошибок) за счет большего интервала между длинами волн



#### Оптическая передача через воду по длине волны



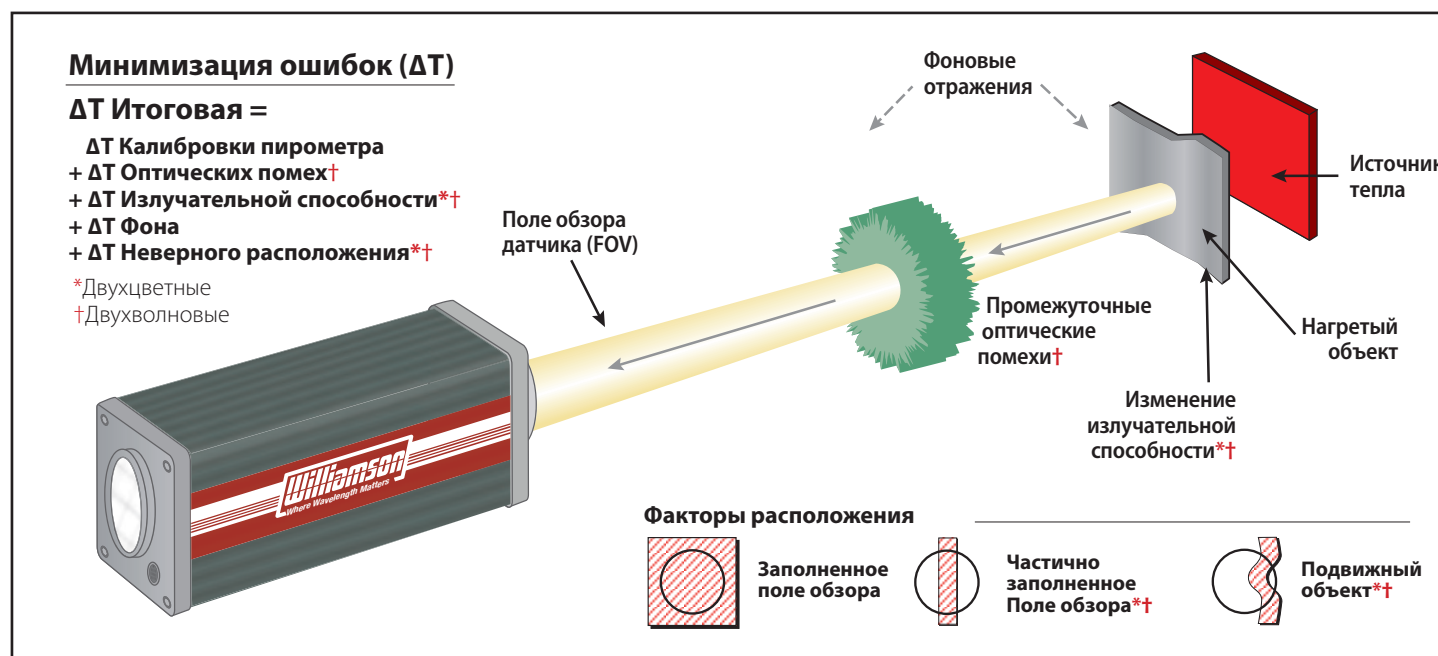
Двухволновой пирометр отлично подходит для измерений, связанных с водой, поскольку используемые в нем длины волн позволяют четко «видеть» объект через воду. Вода мешает двухцветным датчикам из-за их фиксированной длины волны.

- Двухволновой пирометр, длина волны A+B (отдельные и разные длины волн)
- ▨ Двухцветный пирометр, длина волны C+D (пересекающиеся длины волн)



## Сокращение числа ошибок

Пирометры спектрального отношения помогают уменьшить общую погрешность измерения, автоматически компенсируя изменение излучательной способности и неверное расположение.



При правильном выборе длины волны двухволновые пирометры могут нивелировать воздействие распространенных в промышленности помех, таких как **пар, вода, пламя, газообразные продукты**

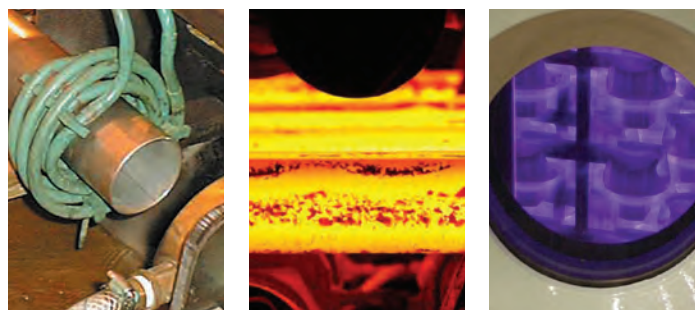
**горения, плазма и лазерная энергия.** Двухцветные пирометры из-за их фиксированной длины волны в любом случае будут выдавать неточные показания при наличии таких помех.

## Возможности предустановленных длин волн пирометров спектрального отношения

Технология спектрального отношения	Предустановленная длина волны	Характеристики
<b>Двухцветные (ТС)</b>	11	При использовании следует избегать таких помех, как вода, пар, пламя, газообразные продукты горения, плазма и лазерная энергия
<b>Двухволновые (DW)</b>	MS	Особая предустановленная двойная длина волны, используется для измерения температуры расплавленной стали и железа, а также небольшого пламени
	08	Способны выполнять измерения через тонкие слои воды (< 5 мм), пар, газообразные продукты горения, небольшие языки пламени и плазму
	12	Охватывают широкий диапазон температур, но не подходят для измерений через пар, пламя или газообразные продукты горения
	24	Отлично подходят для выполнения измерений через пар, лазерное излучение и плазму
	28	Измеряют исключительно низкие температуры, до 95 °C / 200 °F, не могут выполнять измерения через распространенные помехи

## Популярные сферы применения

- Сталелитейные заводы
- Литье, формовка, сварка и термическая обработка металлов
- Индукционный, резистивный, фрикционный, пламенный и лазерный нагрев
- Кузнечные цеха: заготовка, штамповка, термообработка
- Заводы по производству проволоки, стержней и прутков
- Вращающиеся печи, термореакторы и твердотопливные энергетические котлы
- Конструкционные материалы: кристаллы кремния, синтетические алмазы, выращенные по технологии ХПО, уплотнение углерода, высокотемпературная керамика



## Многоволновые (MW)

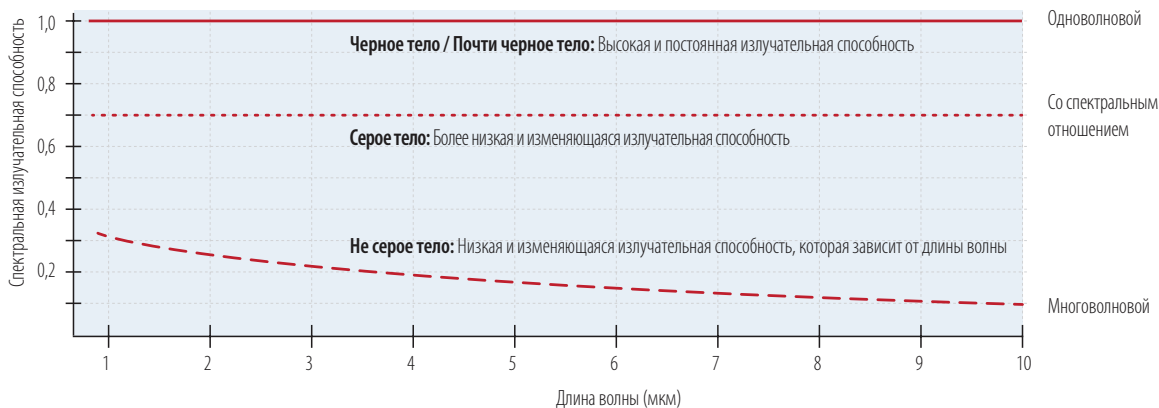
Температуру определенных материалов может быть трудно или почти невозможно точно измерить с использованием одночастотных пирометров или пирометров спектрального отношения из-за комплекса характеристик излучательной способности таких материалов. Такие типы материалов называются материалами без серого тела, а их излучательная способность изменяется в зависимости от **длины волны**.

**К числу типичных материалов без серого тела относятся следующие:**

- Алюминий
- Магний
- Нержавеющая сталь
- Латунь
- Бронза
- Медь
- Кремний
- Цинк



Характеристики излучательной способности поверхности



## Преимущества многоволновой технологии Williamsons

За более чем четыре десятилетия совершенствования и улучшения технологий, начиная с разработки первого многоволнового пирометра, компания Williamsons накопила большой опыт точных измерений температуры при выполнении самых тяжелых и сложных задач.

Чтобы компенсировать особые свойства излучательной способности материалов без серого тела, Williamsons разработала серию многоволновых пирометров, которые снабжаются алгоритмами для конкретных видов использования.

## Как работают многоволновые пирометры

Многоволновые пирометры используют специальные прикладные алгоритмы для определения характеристик инфракрасной энергии и излучательной способности на измеренных длинах волн, чтобы точно рассчитывать как фактическую температуру, так и излучательную способность этих сложных материалов без серого тела. Эти

алгоритмы разработаны и усовершенствованы на основе обширных данных, собранных в ходе автономного моделирования и «полевых» испытаний. Каждый многоволновой датчик может содержать до восьми выбираемых алгоритмов, поэтому один и тот же пирометр можно использовать для нескольких целей.

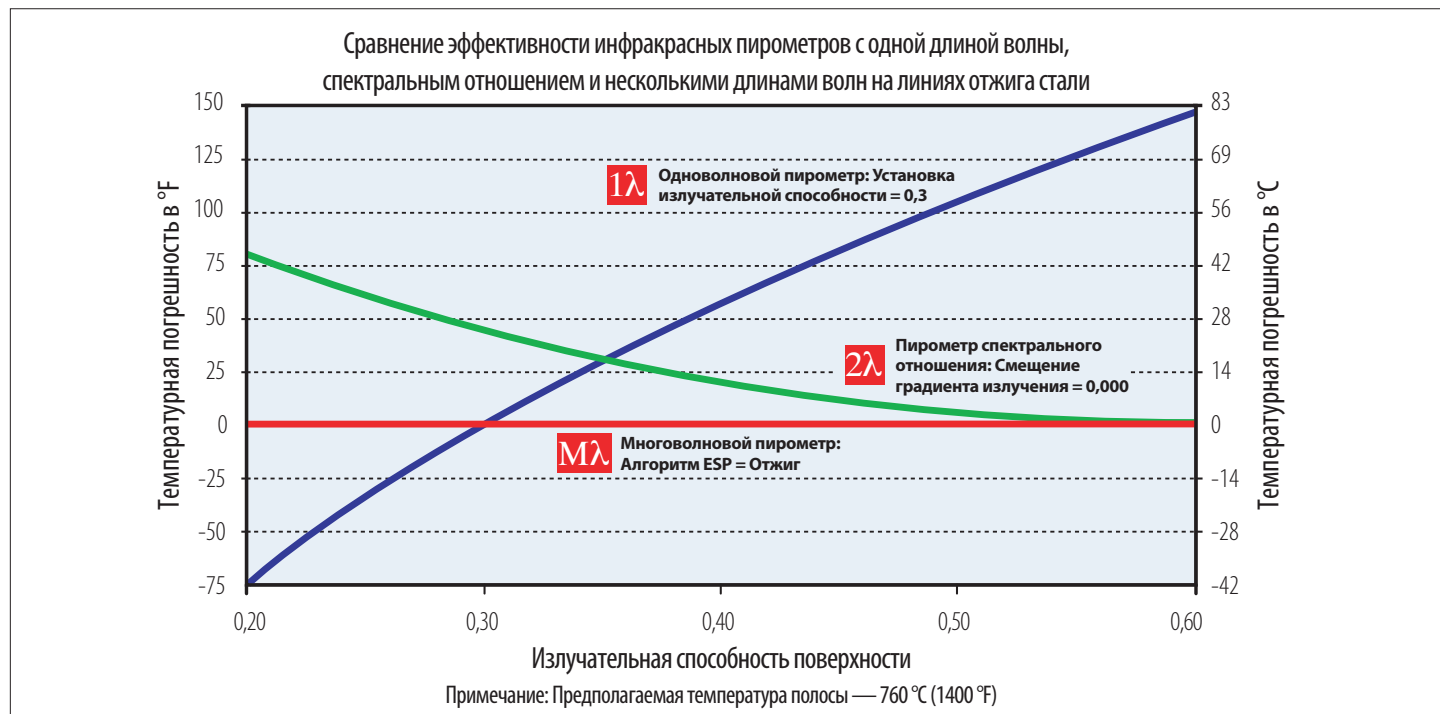


## В чем отличие многоволнового пирометра от пирометра спектрального отношения и одноволнового?

Многоволновые пирометры часто применяют для измерения температуры на непрерывной линии отжига стали. Как показано на графике ниже, одноволновые пирометры и пирометры спектрального отношения могут отображать температуру со значительными ошибками при изменении излучательной способности поверхности. Многоволновая технология способна точно скорректировать эти изменения, которые обусловлены:

- Изменениями в сплаве или текстуре поверхности, а также окислением поверхности
- Ненормальными условиями работы, такими как утечка в печи, некачественный валик или перегретая катушка.

Многоволновой пирометр позволяет получить стабильные и точные показания в широком диапазоне рабочих условий без регулировки датчика.



### Популярные сферы применения

#### Алюминий и медь

- Экструдированная поверхность
- Катаная поверхность
- Отлитая поверхность
- Срезанная поверхность
- Кованая поверхность
- Паяльные работы
- Подогрев покрытия
- Штампы и отливочные формы

#### Сталь и цинк

- Холоднокатаная сталь
- Высоколегированные стали
- Электротехническая сталь
- Оцинкованная сталь
- Труба с дробеструйной обработкой
- Высокопрочные подшипники
- Роторы двигателей

#### Другое

- Стеклольные формы и плунжеры
- Магниева полоса
- Все остальные ранее указанные материалы без серого тела



Алюминиевая заготовка





Алюминиевый продукт прессования

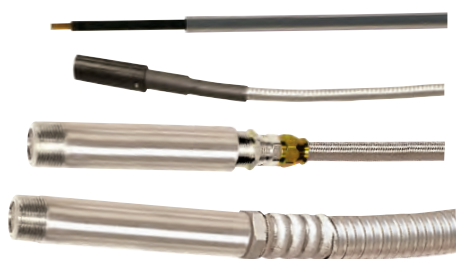


Линия отжига стали



Стальная труба с дробеструйной обработкой

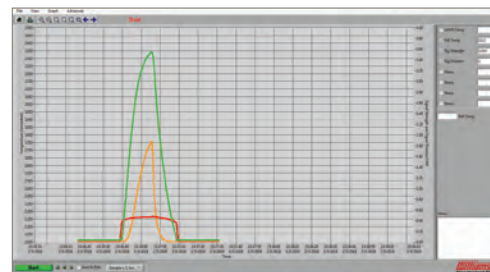
Серия Silver			Серия Gold	
				
Одноволновые			Одноволновые	
С-класс	М-класс	U-класс	20-класс	30-класс
Доступны с фиксированными настройками или входом 4–20 мА/Modbus для корректировки излучательной способности	Двухкомпонентная конструкция с чувствительной головкой и отдельным электронным блоком	Выход 4–20 мА и регулировка настроек через USB-соединение и программное обеспечение SilverConfig для ПК	Одноволновой пирометр с лазерным прицелом	Оптоволоконный одноволновой пирометр с опциональным световым прицелом
Варианты прицеливания			Варианты прицеливания	
Визуальное прицеливание	Визуальное прицеливание	Визуальное прицеливание	Визуальное прицеливание, лазерный прицел	Оптоволокно
Спектральный отклик			Спектральный отклик	
8–14 мкм	2–2,6 мкм, 8–14 мкм	2–2,6 мкм, 8–14 мкм	0,9 мкм, 1,6 мкм, 2,2 мкм	0,9 мкм, 1,6 мкм, 2,2 мкм
Ограничения по температуре			Ограничения по температуре	
от -4 до 932 °F от -20 до 500 °C	от -4 до 1832 °F от -20 до 1000 °C	от -40 до 3632 °F от -40 до 2000 °C	от 300 до 4500 °F от 150 до 2475 °C	от 300 до 4500 °F от 150 до 2475 °C
Оптическое разрешение			Оптическое разрешение	
2:1, 15:1, 30:1, CF	2:1, 15:1, 20:1, 30:1, CF	15:1, 25:1, 30:1, 75:1, CF	D/50, D/100	D/2, D/15, D/35, D/60
Точность			Точность	
±1%, ±1 °C	±1%, ±1 °C	±1%, ±1 °C	0,25%, 2 °C	0,25%, 2 °C
Стабильность			Стабильность	
±0,5%, ±0,5 °C	±0,5%, ±0,5 °C	±0,5%, ±0,5 °C	< 1 °C	< 1 °C
Время обновления данных			Время обновления данных	
240 мс	240 мс	240 мс	5 мс	5 мс
Выходы			Выходы	
4–20 мА, термопары на 0–50 мВ типа T/J/K RS485 Modbus	4–20 мА RS485 Modbus	0/4–20 мА USB	0/4–20 мА Опционально: RS485, RS232	0/4–20 мА Опционально: RS485, RS232



Оптоволоконные кабели

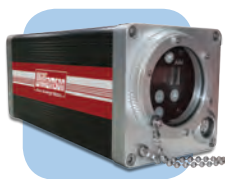
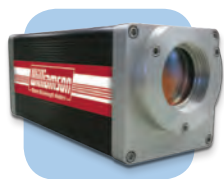


Локальный интерфейс серии Gold



Программа ProView для ПК регулирует параметры датчика и записывает данные в журнал.

## Серия Pro



Одноволновые			Со спектральным отношением		Многоволновые
SW/SWF	LW	SP	TC/TCF	DW/DWF	MW/MWF
Коротковолновый пирометр «видит» объект при наличии распространенных помех	Длинноволновой пирометр подходит для широкого применения	Пирометр с особой длиной волны для определенных материалов	Двухцветный пирометр компенсирует изменение излучательной способности	Двухволновой пирометр выполняет измерения, несмотря на помехи, более устойчив к окалине	Многоволновой пирометр предназначен для материалов со сложной излучательной способностью
Варианты прицеливания			Варианты прицеливания		Варианты прицеливания
Через объектив, лазерный прицел, оптоволоконно	Через объектив, лазерный прицел	Через объектив, лазерный прицел	Через объектив, лазерный прицел, оптоволоконно	Через объектив, лазерный прицел, оптоволоконно	Через объектив, лазерный прицел, оптоволоконно
Спектральный отклик			Спектральный отклик		Спектральный отклик
0,9 мкм, 1,6 мкм, 2,2 мкм, 2,9 мкм	8–12 мкм	1,15 мкм, 1,86 мкм, 3,43 мкм, 4,65 мкм, 5 мкм, 7,9 мкм	1,1 мкм	0,8 мкм, 1,2 мкм, 2,4 мкм, 2,8 мкм	1,5 мкм, 2 мкм, 2,5 мкм
Ограничения по температуре			Ограничения по температуре		Ограничения по температуре
от 100 до 5500 °F от 40 до 3035 °C	от 0 до 1000 °F от 0 до 550 °C	от 125 до 4000 °F от 50 до 2200 °C	от 1100 до 5500 °F от 600 до 3035 °C	от 200 до 5500 °F от 95 до 3035 °C	от 200 до 4500 °F от 95 до 2475 °C
Оптическое разрешение			Оптическое разрешение		Оптическое разрешение
от D/0,75 до D/150	D/50	от D/14 до D/100	от D/15 до D/150	от D/0,75 до D/150	от D/2 до D/110
Точность			Точность		Точность
0,25%, 2 °C	0,5%, 2 °C	0,5%, 2 °C	0,25%, 2 °C	0,25%, 2 °C	0,25%, 2 °C
Стабильность			Стабильность		Стабильность
< 1 °C	< 1 °C	< 1 °C	< 1 °C	< 1 °C	< 1 °C
Время обновления данных			Время обновления данных		Время обновления данных
5 или 50 мс	5 мс	5 или 50 мс	5 мс	25 мс	25 мс
Выходы			Выходы		Выходы
0/4–20 mA Опционально: RS485, RS232	0/4–20 mA Опционально: RS485, RS232	0/4–20 mA Опционально: RS485, RS232	0/4–20 mA Опционально: RS485, RS232	0/4–20 mA Опционально: RS485, RS232	0/4–20 mA Опционально: RS485, RS232



Защитный охлаждающий кожух



Локальный интерфейс датчика серии Pro



Блок питания удаленного модуля интерфейса



# *Там, где важна длина волны*

**WILLIAMSON CORPORATION**  
70, Домино-драйв, Конкорд, штат Массачусетс, 01742  
ТЕЛ.: +1-978-369-9607 • ФАКС: +1-978-369-5485  
sales@williamsonir.com • www.williamsonir.com

***Williamson***  
***Where Wavelength Matters***