

**FLUKE®**

# **Ti20**

Thermal Imager

## Руководство пользователя

## ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ И ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для каждого продукта Fluke гарантируется отсутствие дефектов материалов и изготовления при нормальном использовании и обслуживании. Срок гарантии один год, начиная с даты поставки. На запчасти, ремонт оборудования и услуги предоставляется гарантия 90 дней. Эта гарантия действует только для первоначального покупателя или конечного пользователя, являющегося клиентом авторизованного реселлера Fluke, и не распространяется на предохранители, одноразовые батареи и на любые продукты, которые, по мнению Fluke, неправильно или небрежно использовались, были изменены, загрязнены или повреждены вследствие несчастного случая или ненормальных условий работы или обработки. Fluke гарантирует, что программное обеспечение будет работать в соответствии с его функциональными характеристиками в течение 90 дней, и что оно правильно записано на исправных носителях. Fluke не гарантирует, что программное обеспечение будет работать безошибочно и без остановки.

Авторизованные реселлеры Fluke расширят действие этой гарантии на новые и неиспользованные продукты только для конечных пользователей, но они не уполномочены расширять условия гарантии или вводить новые гарантийные обязательства от имени Fluke. Гарантийная поддержка предоставляется, только если продукт приобретен на авторизованной торговой точке Fluke, или покупатель заплатил соответствующую международную цену. Fluke оставляет за собой право выставить покупателю счет за расходы на ввоз запасных/сменных частей, когда продукт, приобретенный в одной стране, передается в ремонт в другой стране.

Гарантийные обязательства Fluke ограничены по усмотрению Fluke выплатой покупной цены, бесплатным ремонтом или заменой неисправного продукта, который возвращается в авторизованный сервисный центр Fluke в течение гарантийного периода.

Для получения гарантийного сервисного обслуживания обратитесь в ближайший авторизованный сервисный центр Fluke за информацией о праве на возврат, затем отправьте продукт в этот сервисный центр с описанием проблемы, оплатив почтовые расходы и страховку (ФОб пункт назначения). Fluke не несет ответственности за повреждения при перевозке. После осуществления гарантийного ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой (ФОб пункт назначения). Если Fluke определяет, что неисправность вызвана небрежностью, неправильным использованием, загрязнением, изменением, несчастным случаем или ненормальными условиями работы и обработки, включая электрическое перенапряжение из-за несоблюдения указанных допустимых значений, или обычным износом механических компонентов, Fluke определит стоимость ремонта и начнет работу после получения разрешения. После ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой, и покупателю будет выставлен счет за ремонт и транспортные расходы при возврате (ФОб пункт отгрузки).

**ЭТА ГАРАНТИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННОЙ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ И ЗАМЕНЯЕТ ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ, ПРЯМЫЕ ИЛИ СВЯЗАННЫЕ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, СВЯЗАННЫЕ ГАРАНТИИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОДАЖИ ИЛИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ. FLUKE НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЛИ УЩЕРБ, ВКЛЮЧАЯ ПОТЕРЮ ДАННЫХ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ КАКИХ-ЛИБО ДЕЙСТВИЙ ИЛИ МЕТОДОВ.**

Поскольку некоторые страны не допускают ограничения срока связанной гарантии или исключения и ограничения случайных или косвенных повреждений, ограничения этой гарантии могут относиться не ко всем покупателям. Если какое-либо положение этой гарантии признано судом или другим директивным органом надлежащей юрисдикции недействительным или не имеющим законной силы, такое признание не повлияет на действительность или законную силу других положений.

Fluke Corporation  
P.O. Box 9090  
Everett, WA 98206-9090  
США

Fluke Europe B.V.  
P.O. Box 1186  
5602 BD Eindhoven  
Нидерланды

# Оглавление

Глава	Заголовок	Страница
<b>1</b>	<b>Руководство по началу работы с устройством.....</b>	<b>1-1</b>
	Введение .....	1-1
	Контактная информация Fluke .....	1-1
	Информация по безопасности .....	1-2
	Предупредительные этикетки лазера .....	1-3
	Распаковка тепловизора Imager .....	1-4
	Функции и элементы управления.....	1-6
	Работа с элементами управления .....	1-7
	Фокусировка тепловизора .....	1-7
	Пусковой рычажок .....	1-8
	Использование адаптера источника питания переменного тока.....	1-9
	Подзарядка и замена батарей.....	1-10
	Использование зарядного устройства .....	1-10
	Установка или замена батарей .....	1-11
	Присоединение контактной манжеты .....	1-12
	Входы и соединения .....	1-13
	Подключение кабеля USB .....	1-13
	Крепление тепловизора на треноге .....	1-14
	Очистка .....	1-14
	Очистка корпуса .....	1-14
	Очистка объектива .....	1-15
<b>2</b>	<b>Основные функции .....</b>	<b>2-1</b>
	Включение и выключение тепловизора.....	2-1
	Главный экран .....	2-2
	Наведение и активация лазера .....	2-4
	Запись изображений .....	2-5
	Сравнение зафиксированных изображений с сохраненными изображениями.....	2-6
	Настройка подсветки .....	2-6
	Настройка температурной шкалы .....	2-7
	Настройка уровня.....	2-7
	Настройка чувствительности .....	2-9

Ручная активация флажка калибровки .....	2-9
Условия окружающей среды .....	2-11
Снижение номинальной окружающей температуры и температурные перепады .....	2-11
Коэффициент излучения .....	2-12
Компенсация отраженной температуры .....	2-13
<b>3    Дополнительные функции тепловизора .....</b>	<b>3-1</b>
Управление данными и хранение .....	3-1
Просмотр сохраненных изображений .....	3-1
Удаление изображений .....	3-2
Выбор палитры .....	3-3
Настройка коэффициента излучения .....	3-4
Настройка значений коррекции отраженной температуры .....	3-6
Настройка пределов сигнализации .....	3-7
Настройка спящего режима .....	3-9
<b>Приложения</b>	
A   Глоссарий .....	A-1
B   Основы измерения инфракрасного излучения .....	B-1
C   Типичные значения коэффициента излучения .....	C-1
D   Технические характеристики .....	D-1

## Перечень таблиц

Таблица	Заголовок	Страница
1-1.	Условные обозначения .....	1-2
1-2.	Стандартные принадлежности .....	1-5
1-3.	Функции и элементы управления .....	1-7
2-1.	Содержимое главного экрана .....	2-3
С-1.	Значения коэффициента излучения для металлов .....	С-2
С-2.	Значения коэффициента излучения для неметаллов .....	С-4



# Перечень рисунков

Рисунок	Заголовок	Страница
1-1.	Предупредительные этикетки лазера .....	1-3
1-2.	Стандартные принадлежности .....	1-4
1-3.	Функции и элементы управления тепловизора Ti20.....	1-6
1-4.	Фокусировка тепловизора .....	1-8
1-5.	Использование адаптера источника питания переменного тока .....	1-9
1-6.	Использование зарядного устройства .....	1-10
1-7.	Замена блока батарей .....	1-11
1-8.	Присоединение контактной манжеты .....	1-12
1-9.	Подключение с помощью кабеля USB.....	1-13
1-10.	Крепление тепловизора на треноге .....	1-14
2-1.	Заставка тепловизора .....	2-1
2-2.	Области главного экрана тепловизора .....	2-2
2-3.	Взаимосвязь между полем обзора (FOV) с точкой измерения и визирной сеткой.....	2-10
2-4.	Правильное поле зрения .....	2-11
2-5.	Компенсация отраженной температуры .....	2-13
B-1.	Область инфракрасного измерения .....	B-2





# Глава 1

## Руководство по началу работы с устройством

### Введение

Тепловизор Fluke Ti20 Imager (далее «Imager») – это современный легкий прибор в форме пистолетной рукоятки для формирования тепловизионных изображений. Использование Imager позволяет получать мгновенные и точные тепловизионные изображения и радиометрические показания с удаленных объектов. Imager имеет эргономичную конструкцию, предназначенную для правой или левой руки, и фиксирует тепловизионные изображения и данные простым нажатием пускового рычажка. Imager сохраняет до 50 тепловизионных изображений, которые могут загружаться на ваш персональный компьютер для хранения, анализа и подготовки отчета.

Сопутствующее программное приложение InsideIR позволяет отображать, изучать и анализировать тепловизионные изображения и данные для определения качественных и количественных тенденций, связанных с целевым оборудованием. InsideIR можно также использовать для определения обслуживания баз данных на основе состояния оборудования, мониторинга и потребностей управления ресурсами.

Imager обеспечивает высокую производительность формирования тепловизионных изображений и предназначен для промышленного использования. Ti20:

- Новая технология приема излучения для формирования четких тепловизионных изображений с точными измерениями температуры до 350 °C (662 °F).
- Защита от пыли и влажности (IP54) для использования в жестких промышленных условиях.
- Ресурс батареи 3 часа непрерывной работы.

### Контактная информация Fluke

Звоните по телефону:

1-888-993-5853 в США

1-800-363-5853 в Канаде

+31-402-675-200 в Европе

+81-3-3434-0181 в Японии

+65-738-5655 в Сингапуре

+1-425-446-5500 в любой точке мира

Или посетите веб-сайт Fluke по адресу [www.fluke.com](http://www.fluke.com).

Для регистрации продукта зайдите на сайт [register.fluke.com](http://register.fluke.com).

## Информация по безопасности

Используйте Imager только в соответствии с данным руководством. См. в таблице 1-1 список условных обозначений, используемых на тепловизоре и в этом руководстве.





**⚠ Осторожно** указывает на опасные условия и действия, которые могут вызвать телесные повреждения или смерть.

**⚠ Внимание** указывает на условия и действия, которые могут повредить Imager или вызвать окончательную потерю данных.

### ⚠ Осторожно

- **⚠ Во избежание травмы глаз не направляйте лазер в глаз напрямую или опосредованно через отражающие поверхности.**
- **Использование элементов управления или настроек или выполнение работ и процедур, противоречащее указаниям данного руководства, может привести к опасному радиоактивному облучению лазером.**
- **Во избежание ожогов помните, что при измерении температуры объектов с высокой отражательной способностью результат может быть меньше, чем действительная температура. См. подробную информацию в разделе «Коэффициент излучения» данного руководства.**
- **Используйте прибор только указанным в данном руководстве способ, в противном случае защита, обеспечиваемая оборудованием, может быть ослаблена.**

Таблица 1-1. Условные обозначения

	Осторожно. Лазер.		Соответствует требованиям Европейского Союза и Европейской ассоциации свободной торговли
	Не смешивать с общим потоком сточных вод. Устранять с помощью соответствующей перерабатывающей установки или устройства обработки опасных материалов.		Важная информация: см. руководство

Предупредительные этикетки лазера

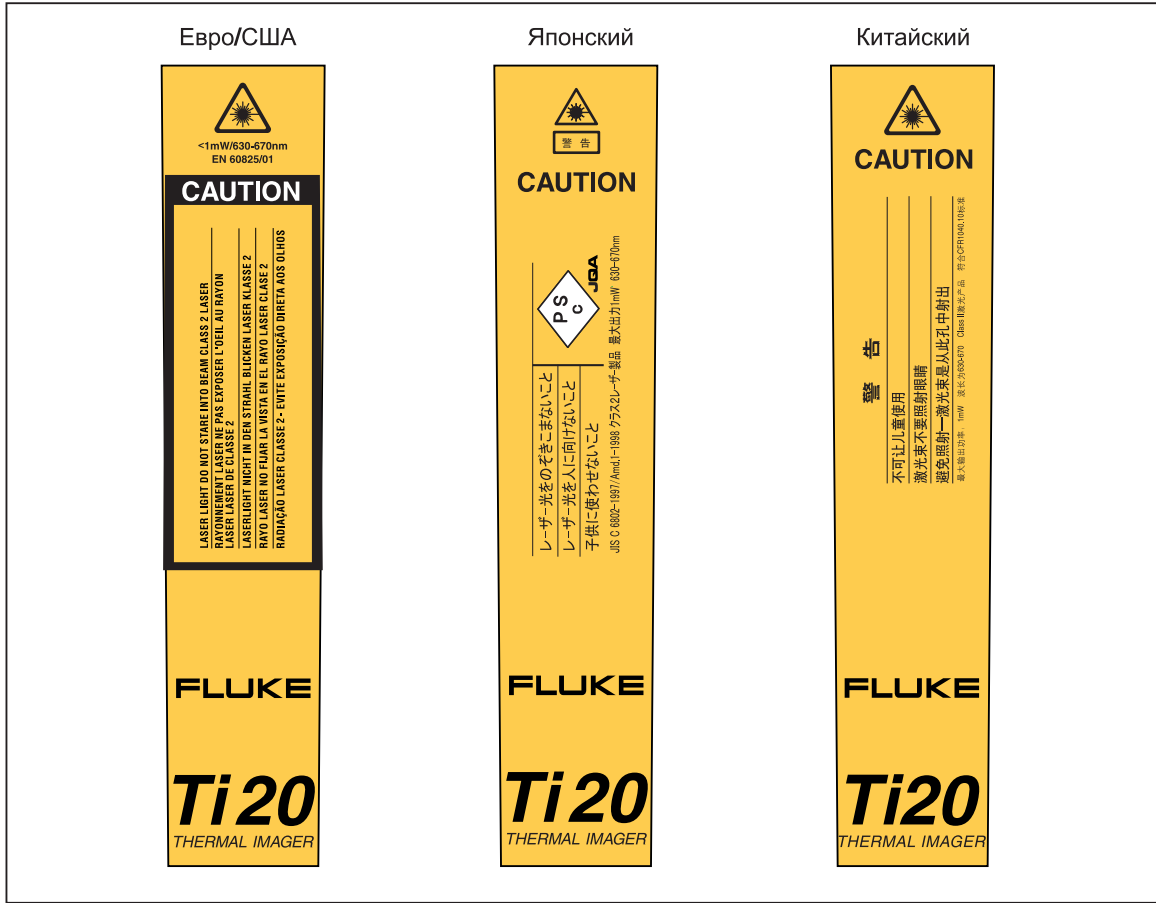


Рисунок 1-1. Предупредительные этикетки лазера

dap133f.eps

## Распаковка тепловизора *Imager*

Сначала откройте транспортировочную коробку. Убедитесь, что вы сохранили коробку и вспомогательные средства на тот случай, если вам потребуется транспортировать Imager. В транспортировочной коробке вы найдете твердый футляр со стандартными принадлежностями, показанными на рисунке 1-2 и описанными в таблице 1-2.



Рисунок 1-2. Стандартные принадлежности

dag134f.eps

Таблица 1-2. Стандартные принадлежности

①	PN 1671807 Кабель USB	②	PN 2444076 Международный адаптер переменного тока
③	PN 2507729 Зарядное устройство для блока аккумуляторных батарей	④	PN 2518704 Твердый футляр
⑤	PN 2455818 Чехол с наплечным ремнем	⑥	PN 2443380 Контактная манжета
⑦	PN 2446641 Блок аккумуляторных батарей (2)	⑧	PN 2455807 Отсек батарей AA
⑨	PN 2492146 Компакт-диск с ПО InsideIR, руководством пользователя и материалами для обучения PN 2492154 Ti20	⑩	PN 2492168 Руководство по началу работы с устройством
⑪	PN 2492228 Quick Reference Guide		

## Функции и элементы управления

Функции и элементы управления тепловизора показаны на рисунке 1-3 и описаны в таблице 1-3.

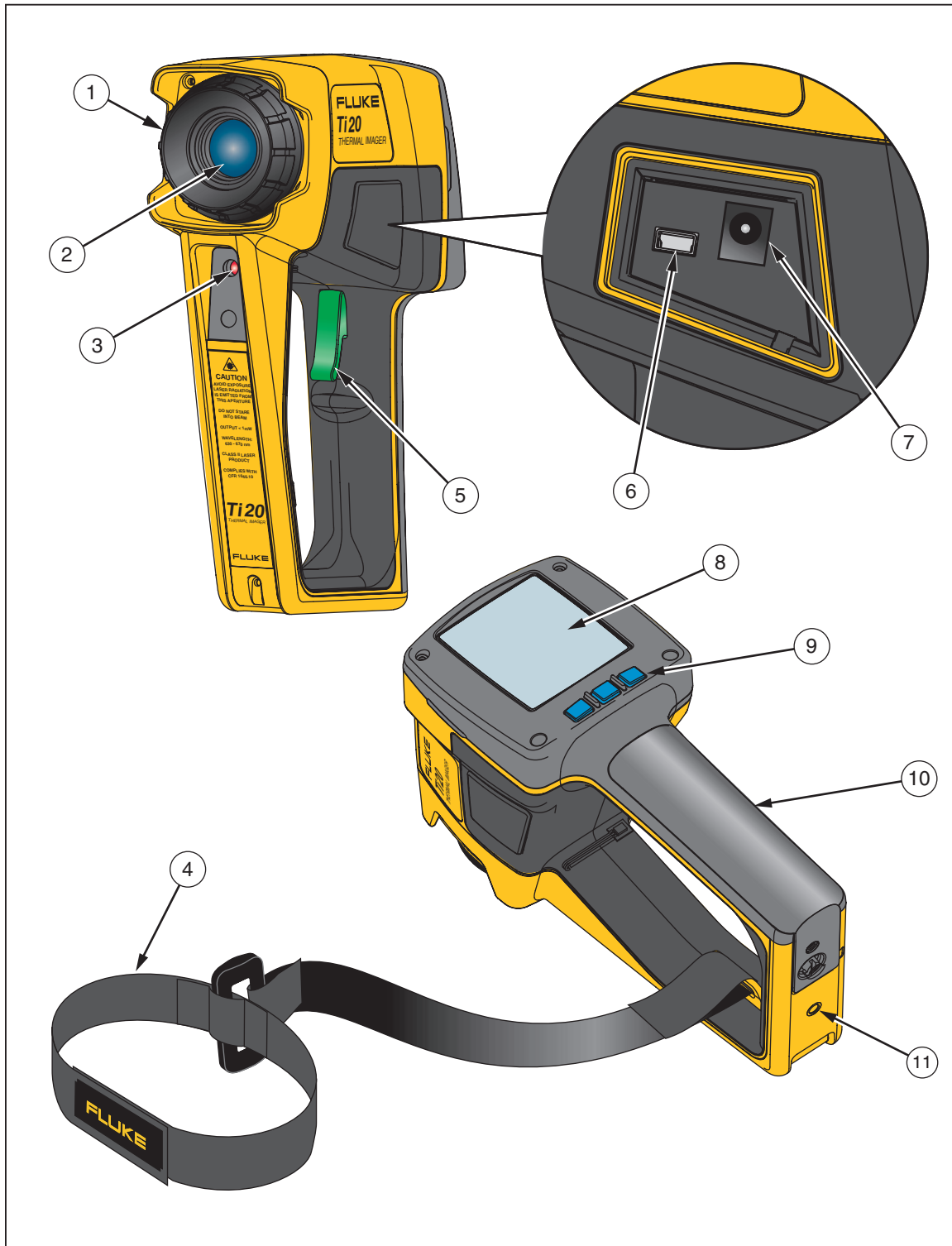







Рисунок 1-3. Функции и элементы управления тепловизора Ti20

dag001f.eps

**Таблица 1-3. Функции и элементы управления**

Номер	Описание
①	Регулятор фокусировки
②	Оптический канал
③	Апертура лазера
④	Контактная манжета и зажим крепления
⑤	Пусковой рычажок. Рычажок используется для фиксации тепловизионного изображения. Нажмите рычажок один раз, чтобы зафиксировать изображение для оценки. Можно сохранить изображение или снова нажать и отпустить рычажок, чтобы удалить изображение.
⑥	Порт USB
⑦	Контактный зажим адаптера переменного тока
⑧	Дисплей
⑨	Три функциональных клавиши (  ,  и  ) используются для навигации по меню тепловизора Imager, доступа ко всем функциям и выбора значений для различных настраиваемых параметров. Функциональная клавиша  также используется для включения и выключения тепловизора Imager. Нажмите и удерживайте клавишу  три секунды, чтобы отключить тепловизор.
⑩	Отсек батарей
⑪	Крепление для треноги с резьбой

## Работа с элементами управления

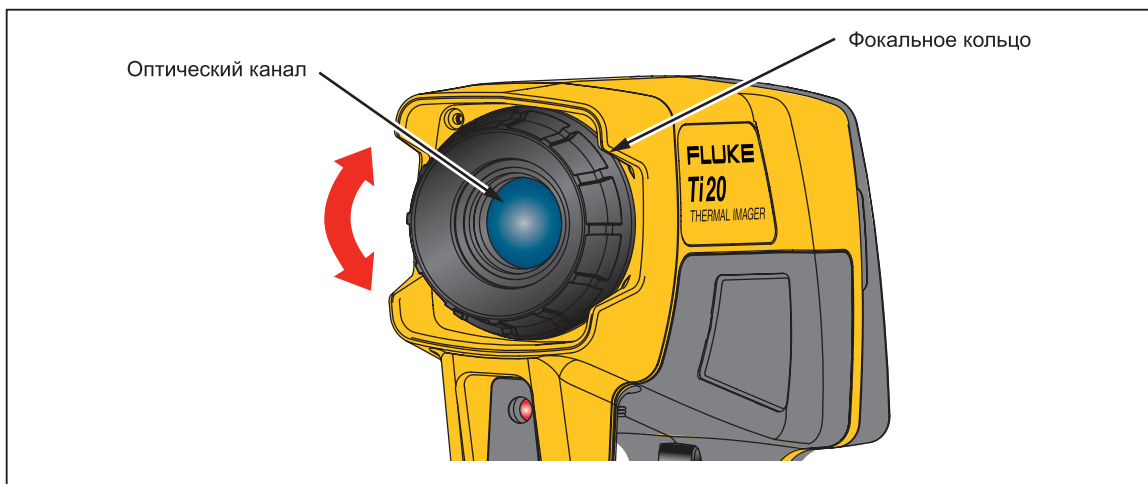
Следующие разделы описывают назначение и функцию двух элементов управления тепловизора, фокуса и пускового рычажка.

### Фокусировка тепловизора

Правильная фокусировка является критически важной при работе с приложениями для формирования радиометрических изображений. Правильный фокус обеспечивает верное направление энергии ИК-излучения на пиксели детектора. Без правильной фокусировки тепловизионное изображение будет нечетким, а радиометрические данные – неточными. Правильный фокус необходим для точной фиксации тепловизионного изображения.

Сфокусируйте Imager, поворачивая регулятор фокусировки по часовой стрелке или против часовой стрелки (аналогично управлению однообъективным зеркальным фотоаппаратом 35 мм). Imager фокусируется на расстоянии от 61 см (24 дюйма) (регулятор повернут до упора по часовой стрелке, если смотреть с задней стороны инструмента) и до бесконечности (регулятор повернут до упора против часовой стрелки).

При повороте регулятора фокусировки вы увидите меняющееся живое тепловизионное изображение на дисплее. Когда целевой объект попадет в фокус, он станет более четким. Когда целевой объект переместится из фокуса, он будет более расплывчатым. Один из способов проверить правильность фокуса – выяснить, при какой настройке фокуса на дисплее отображается наибольшая температура (сохраняя значения коэффициента излучения и компенсации отраженной температуры (RTC) постоянными, желательнее настроить коэффициент излучения 1,0 и отключить RTC). Пример фокусировки Imager приведен на рис. 1-4.



dap002f.eps

**Рисунок 1-4. Фокусировка тепловизора****Пусковой рычажок**

Пусковой рычажок находится в стандартном положении для устройства в форме пистолетной рукоятки. Первичная функция рычажка – фиксация тепловизионного изображения для возможного сохранения пользователем в памяти. Рычажок фиксирует изображение в следующих режимах:

- При автоматическом измерении температуры и в режиме регулировки чувствительности
- При ручном измерении температуры и в режиме регулировки чувствительности
- При прокрутке уровней меню (не входя в выбор пунктов меню)



## Использование адаптера источника питания переменного тока



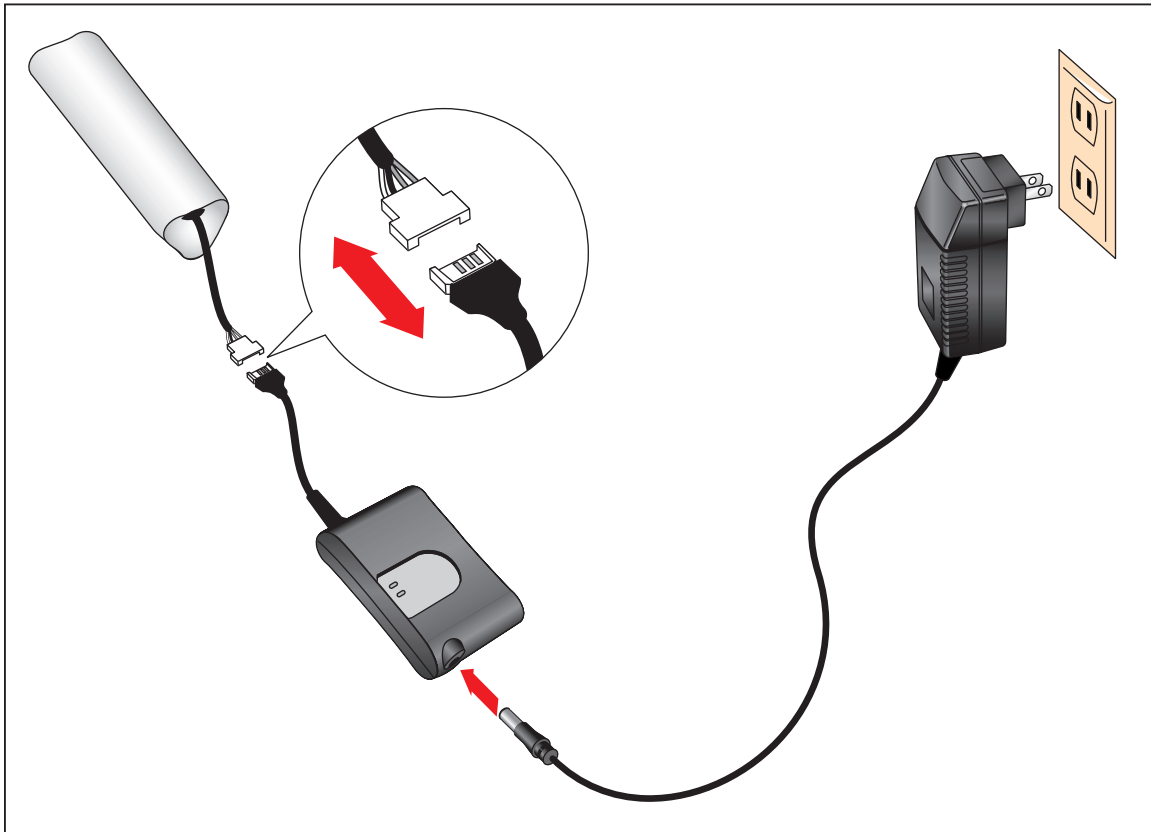
Рисунок 1-5. Использование адаптера источника питания переменного тока

dag007f.eps

## Подзарядка и замена батарей

Для питания Ti20 можно использовать шесть батарей AA или блок аккумуляторных батарей NiMH. Обе возможности описаны на следующих страницах. Использование зарядного устройства показано на рисунке 1-6, установка батареи – на рисунке 1-7.

### Использование зарядного устройства



dag008f.eps

Рисунок 1-6. Использование зарядного устройства

### Установка или замена батарей

Замена батарей на шесть батарей AA (NEDA 15A или IEC LR6). Установите или замените батареи AA как описано ниже и показано на рисунке 1-7.

1. Откройте отсек батарей с помощью стандартной отвертки. Чтобы открутить винт крышки отсека, поверните отвертку на 90° против часовой стрелки.
2. Выдвиньте крышку отсека батарей из зажима.
3. Отсоедините соединитель батареи и выньте аккумуляторную батарею (или блок батарей).
4. Замените аккумуляторную батарею (или блок батарей) на новые батареи.
5. Установите и переподключите аккумуляторную батарею (или блок батарей).
6. Установите крышку отсека батарей. Зафиксируйте крышку, повернув винт на 90° по часовой стрелке.

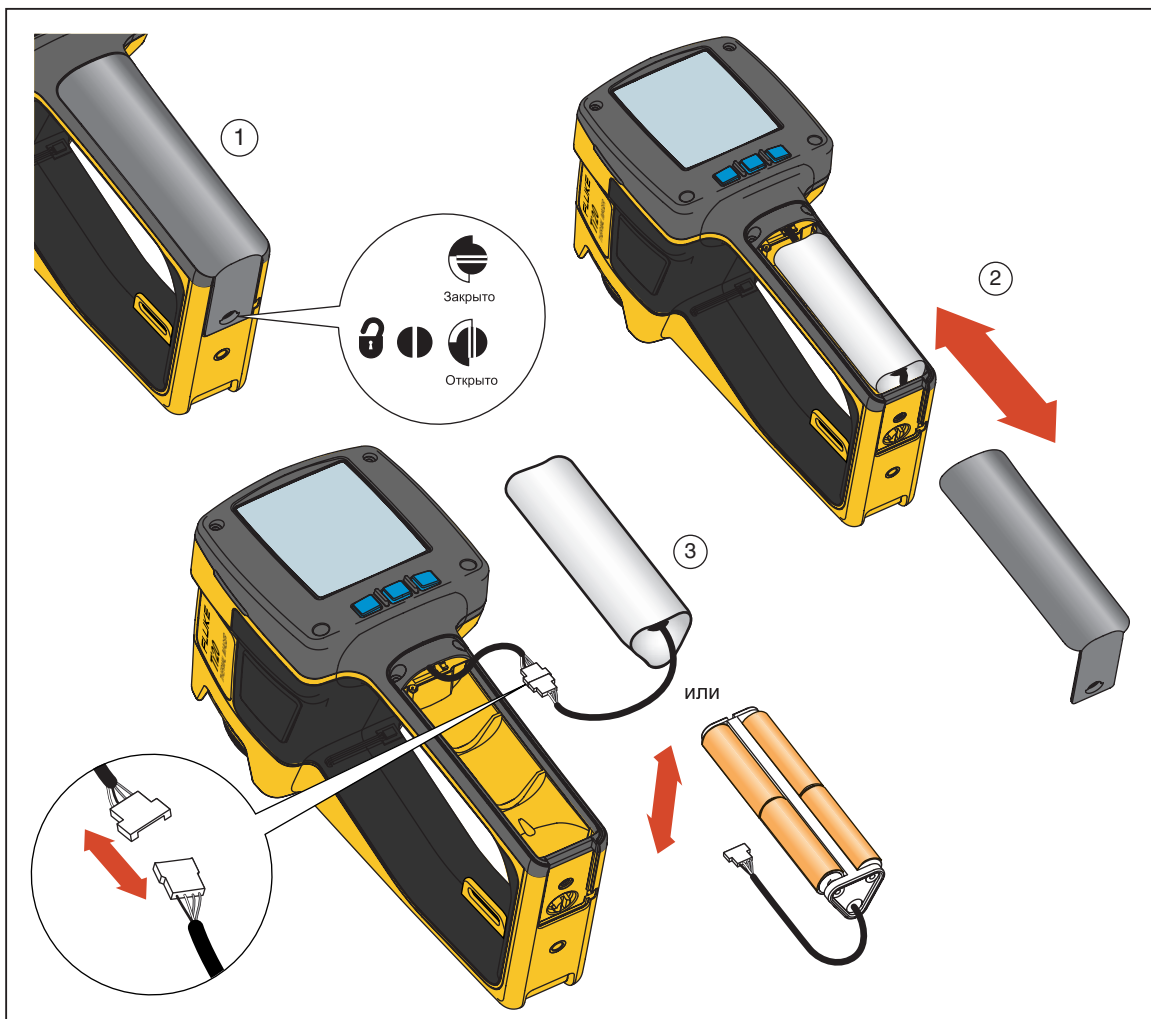
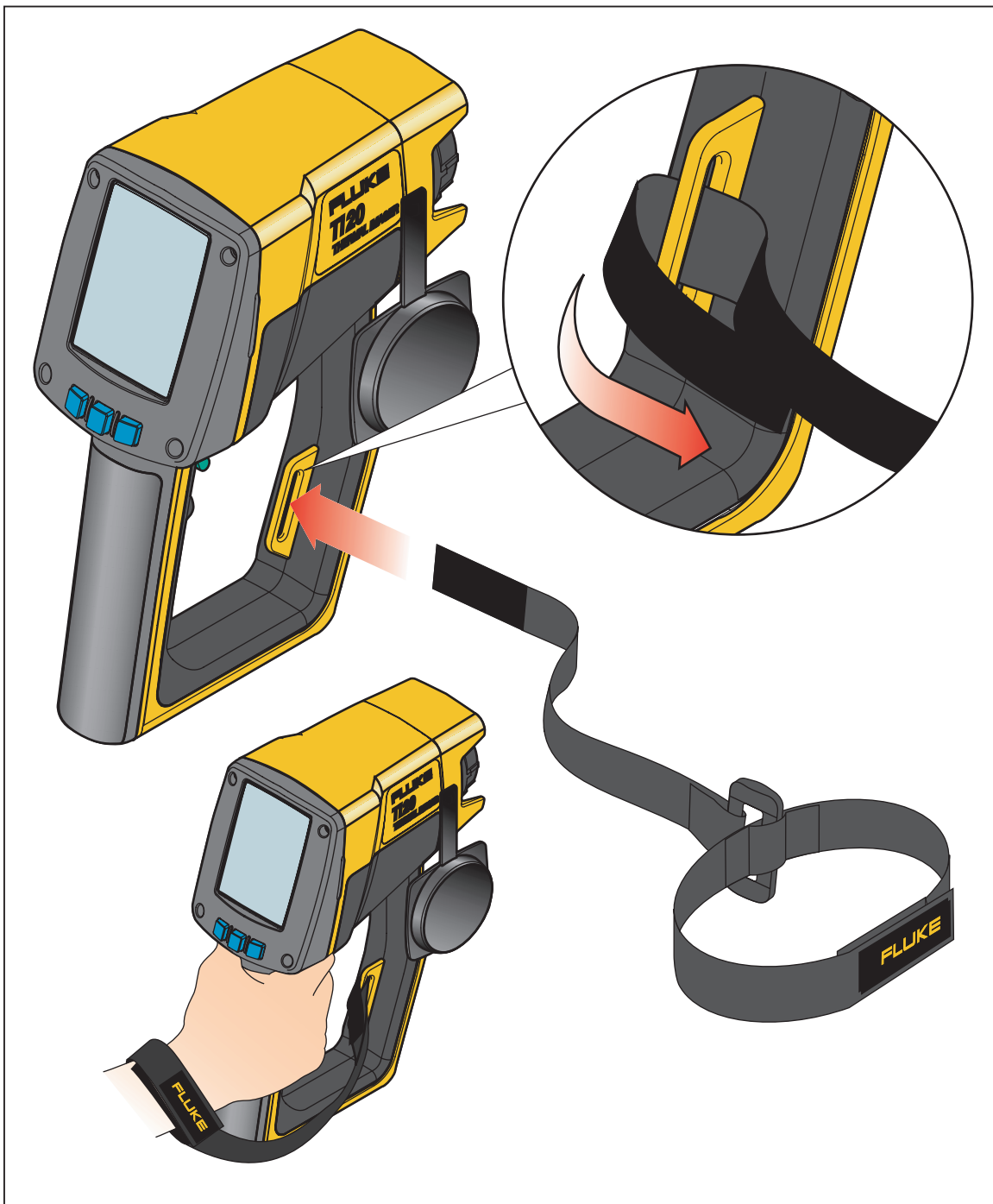


Рисунок 1-7. Замена блока батарей

dap003f.eps

## Присоединение контактной манжеты

Контактная манжета входит в комплект поставки тепловизора. Контактная манжета присоединяется к зажиму на корпусе тепловизора.



dag131f.eps

Рисунок 1-8. Присоединение контактной манжеты

## Входы и соединения

### Подключение кабеля USB


Прилагающийся кабель USB может использоваться для загрузки или выгрузки данных с ПК в Imager. Для подключения кабеля USB вставьте меньший соединитель USB в порт тепловизора, а больший – в порт USB ПК, как показано на рисунке 1-9. Взаимодействие начинается автоматически, и в верхней области дисплея тепловизора появляется значок USB (  ), когда связь установлена.



Рисунок 1-9. Подключение с помощью кабеля USB

dag009f.eps

### Крепление тепловизора на треноге

Крепление для треноги находится на нижней стороне тепловизора. Прикрутите или привинтите Imager на треногу с помощью крепления для треноги, как показано на рисунке 1-10.



Рисунок 1-10. Крепление тепловизора на треноге

dap010f.eps

### Очистка

В этом разделе описана процедура очистки корпуса тепловизора и объектива.

#### Очистка корпуса

Периодически протирайте корпус влажной тканью с использованием небольшого количества моющего средства. Не используйте абразивные материалы или растворители.

## Очистка объектива

Несмотря на то что линза объектива имеет износостойчивое и коррозионно-устойчивое покрытие стандарта MIL, использование чистящего порошка, песка и прочих материалов может привести к образованию царапин на покрытии, что соответствующим образом скажется на работе объектива.

### **⚠ Внимание**

**Во избежание повреждений, не используйте инструменты и острые предметы при чистке объектива.**

- Процедуру очистки следует выполнять в чистом помещении и для удаления пыли и прочих частиц следует использовать сжатый азот.
- В полевых условиях следует использовать влажную ткань для удаления песка, соли и прочих видов загрязнения, причём без приложения дополнительного усилия.
- Протрите объектив мягкой или специальной салфеткой.

Для удаления жирных пятен и прочих видов загрязнений допускается использование следующих растворителей:

- Ацетон: Для удаления жирных пятен
- Этанол: для удаления отпечатков пальцев и прочих видов загрязнений
- Спирт: для последней стадии очистки перед использованием

Очистка объектива с использованием растворителя:

1. Смочите салфетку ацетоном, этанолом или спиртом.
2. Аккуратно протрите объектив «восьмерками» таким образом, чтобы никакие участки поверхности не протирались более одного раза.
3. Повторяйте Шаг 2 до тех пор, пока объектив не станет чистым. Каждый раз используйте свежую салфетку.







## Глава 2

# Основные функции

### Включение и выключение тепловизора

Для включения и выключения тепловизора используется клавиша . Для включения тепловизора нажмите  с удержанием в течение 2 секунд, пока дата и время не будет показано в верхней правой области дисплея. На дисплее отображается заставка, пока Imager не сможет показать точное тепловизионное изображение. Через приблизительно 5 секунд Imager загружает главный экран.

Заставка тепловизора показана на рисунке 2-1 и включает следующую информацию:

- Дата и время
- Логотипы Fluke и MicroIR
- Номер модели
- Серийный номер
- Версия встроенного ПО
- Имя маршрута (если загружен в Imager)

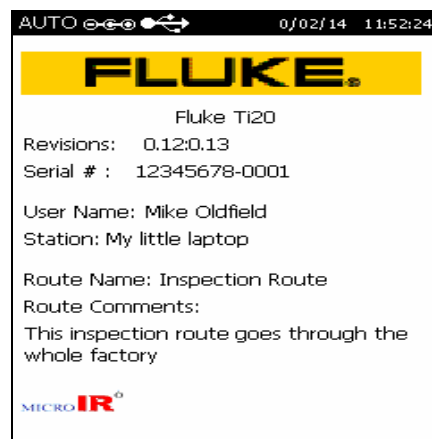



Рисунок 2-1. Заставка тепловизора

dag102f.bmp

## Главный экран

Imager возвращается к главному экрану после завершения операции меню, выхода или отмены операции с помощью функциональной клавиши  или нажатием пускового рычажка. На рисунке 2-2 показаны области главного экрана.

Главный экран разделен на три области:

- Область заголовка  
Область заголовка отображает такие данные, как состояние тепловизора, состояние зарядки батареи, источник питания и статус соединения.
- Область изображения  
Область изображения отображает прямые, зафиксированные и сохраненные тепловизионные изображения.
- Область информации  
Область информации отображает настройки тепловизора, комментарии по состоянию и позиции выбора.

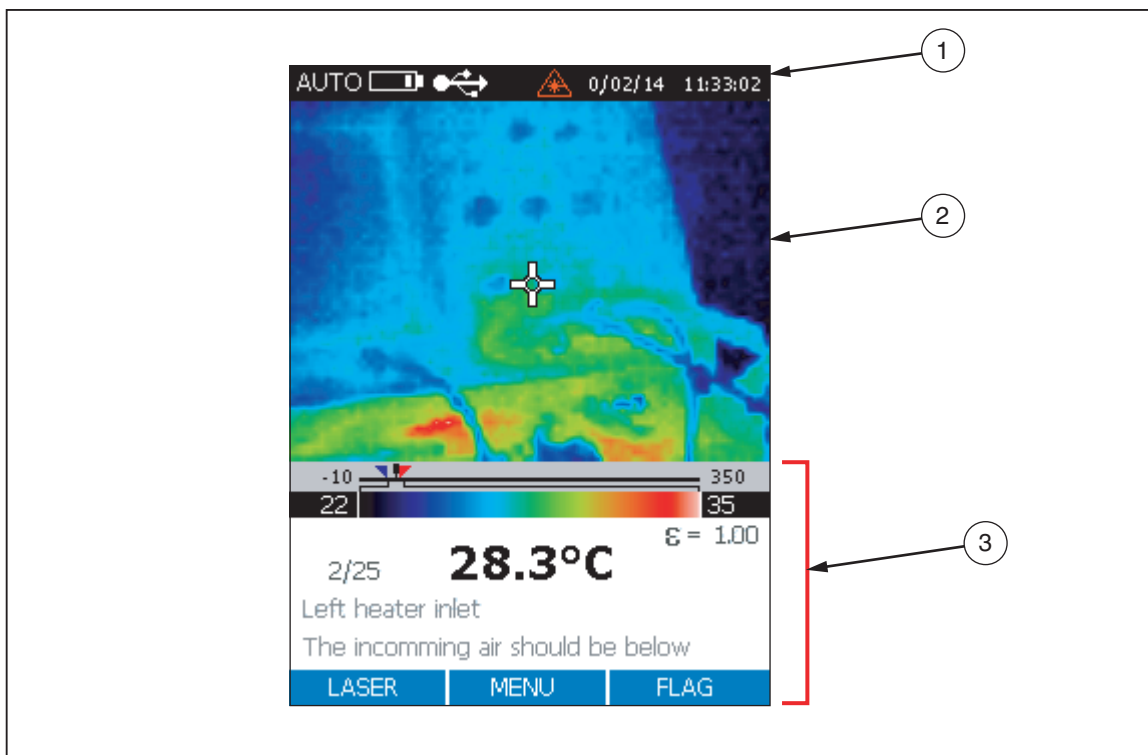


Рисунок 2-2. Области главного экрана тепловизора

dag132f.eps

Содержимое главного экрана описано в таблице 2-1.

Таблица 2-1. Содержимое главного экрана

Номер	Область	Отображаемая информация	Описание
①	Заголовок	Авто	Imager находится в режиме автоматического формирования тепловизионных изображений.
		Ручной	Imager находится в режиме ручного формирования тепловизионных изображений.
		Калибровка	Выполняется калибровка тепловизора, измерение временно невозможно.
		Снять	Рычажок нажат, и тепловизионное изображение зафиксировано на дисплее.
		Просмотр	Imager находится в режиме просмотра сохраненных тепловизионных изображений.
		Удалить или Удалить все	Удаление сохраненных изображений.
		Дата и время	Дата в формате ДД/ММ/ГГ и время в 24-часовом формате ЧЧ:ММ.
			Подзарядка батареи. При полностью заряженной батарее отображаются четыре полоски, при разряженной – одна.
			Указывает на то, что Imager подключен к источнику переменного тока.
			Imager установил USB-соединение с ПК.
	Условное обозначение прямого видеосигнала указывает на то, что изображения копируются с тепловизора на подключенный ПК.		
②	Тепловизионное изображение		Отображает прямые, зафиксированные и сохраненные тепловизионные изображения.


Таблица 2-1. Содержимое главного экрана (продолж.)




Номер	Область	Отображаемая информация	Описание
③	Информация	Шкала температур	Отображает температуру целевого объекта, нижний предел сигнализации (голубой треугольник), верхний предел сигнализации (красный перевернутый треугольник), полосу диапазона температур, цветную полосу температур.
		Настройка коэффициента излучения	Значение настройки начинается с 1 или 0, затем отображаются два знака после запятой.
		Настройка RTC	Настройка компенсации отраженной температуры, если включен параметр RTC. Без знаков после запятой.
		Ячейка памяти	Показывает текущую ячейку памяти и общее число доступных ячеек. Например, если на дисплее отображается «Память 16/32», это означает, что вы находитесь в ячейке памяти 16, и имеется 32 ячейки памяти с сохраненными изображениями.
		Описание ячейки памяти	Описание по умолчанию – это номер текущей ячейки памяти. Вы можете создать текстовое описание с помощью InsideIR и выгрузить описание ячейки и изображение в Imager. Описание ячейки памяти ограничено до 30 символов.
		Примечания	Примечания о ячейке памяти, созданные с помощью InsideIR. Вы можете ввести с помощью ПО неограниченное число символов, но Imager будет отображать только первые 30 символов.
		Комментарии по состоянию или позиции выбора	Отличаются в зависимости от экрана и операции, например: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Перезаписать ячейку памяти 25?</li> <li>• Удалить изображение?</li> <li>• Удалить ВСЕ изображения?</li> <li>• ВКЛ. или ОТКЛ. для настройки подсветки</li> <li>• °C или °F для температурной шкалы</li> </ul>

## Наведение и активация лазера



Лазер служит как вспомогательное средство для наведения на объект и не требуется для выполнения измерений. Лазер не имеет общей оси с инфракрасным каналом, точка лазера смещена от центра тепловизионного изображения (сетчатое поле в центре дисплея). Точка лазера не видна на тепловизионном изображении.

### Осторожно

 **Во избежание травмы глаз не направляйте лазер в глаз напрямую или опосредованно через отражающие поверхности.**

1. Нажмите и удерживайте клавишу  две секунды, чтобы включить Imager. Дата будет показана в верхней правой части дисплея.
2. Нажмите  для включения и отключения лазера. Предупредительное условное обозначение лазера () появляется в области заголовка дисплея, когда лазер включен.

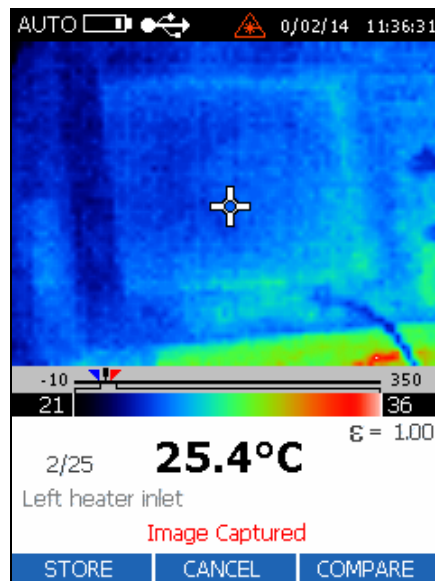
*Примечание*

*Для японской модели лазера Ti20 необходимо нажать и удерживать клавишу , для включения лазера и удерживания его во включенном состоянии. Если вы отпустите клавишу , лазер отключится.*







## Запись изображений

Запись изображений – это простой процесс, но прежде чем начать, вам следует обратить внимание на текущий номер ячейки изображения. Если у вас нет сохраненных изображений, номер ячейки будет 1 (по умолчанию), и описание ячейки будет пустым. Каждое записанное изображение пронумеровано, и вы можете искать изображения по номеру. Imager может сохранять до 50 изображений.

1. Если Imager включен, наведите Imager на целевой объект, который вы хотите записать. Нажмите рычажок один раз, чтобы записать изображение. Если записанное изображение неудовлетворительно, нажмите и отпустите рычажок, чтобы отклонить зафиксированное изображение. Используйте перекрестье для наведения тепловизора на точку на цели.






dag106f.bmp

2. В нижней части дисплея появится подтверждение **Image Captured** «Изображение записано».
3. Рассмотрите изображение, если результат удовлетворительный, нажмите  (STORE), чтобы сохранить изображение. Если в ячейке памяти уже сохранено изображение, вас попросят подтвердить сохранение изображения в этой ячейке. Нажмите  (YES),  (CANCEL), или  (COMPARE).  (YES) возвращает тепловизор в состояние обзора.
4. Нажмите  (YES) снова рычажок для возврата к просмотру в реальном времени.

## Сравнение зафиксированных изображений с сохранёнными изображениями

Используйте функцию сравнения для подтверждения того, что термограмма цели была сделана с нужного ракурса, а также для быстрой сверки термографических показаний сохранённых с вновь сделанными термограммами.


1. При отображении зафиксированных изображений на дисплее нажмите  (COMPARE) для сравнения зафиксированного изображения с сохранённым.
2. Нажмите  ( $\triangle$ ), чтобы найти следующее сохранённое изображение или  ( $\nabla$ ), чтобы найти предыдущее сохранённое изображение. Сохранённые изображения появляются в правой части дисплея, а зафиксированное изображение – в левой части дисплея.



dag108f.bmp



### Примечание

Если в данной области памяти нет сохранённых термограмм, то правая область дисплея будет чёрной.

3. Нажмите  (DONE) для сохранения новой термограммы. В данную область памяти будет записана новая термограмма.



## Настройка подсветки

Рекомендуется включать подсветку в помещении и отключать ее при использовании тепловизора вне помещения для увеличения срока службы батареи. Настройка подсветки по умолчанию ВКЛ.

1. На главном экране нажмите  (MENU) пять раз для перехода к переключению подсветки.
2. Для ВКЛЮЧЕНИЯ и ВЫКЛЮЧЕНИЯ подсветки нажмите  (BACKLIGHT).

## Настройка температурной шкалы

Imager отображает температуру по шкале Цельсия или Фаренгейта. Температурная шкала по умолчанию – Цельсий.

1. На главном экране нажмите  (MENU) пять раз для перехода к выбору температурной шкалы.
2. Нажмите  (TEMPSCALE) для выбора температурной шкалы Фаренгейта или Цельсия.




## Настройка уровня

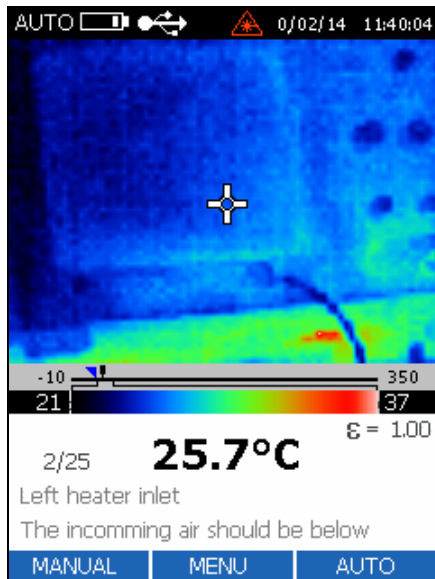
В ручном режиме можно определить значения уровня и чувствительности вручную. Ручной режим позволяет привести минимальное и максимальное значения к необходимому уровню отсечки и настроить минимальный температурный интервал для максимизации разрешения цветопередачи. Ручной режим обеспечивает оптимальное определение изображения в соответствии с конкретной ситуацией исследования, с точки зрения температурного разрешения и уровня температуры.

Уровень определяется как средняя точка данной температурной шкалы. Например, если прибор в настоящий момент находится в автоматическом режиме и задана термическая область с минимальным и максимальным пределом температуры, когда вы переключаете прибор в ручной режим, значение уровня задается прибором по следующей формуле:


$$\text{Уровень} = \frac{\text{Макс. диапазон} + \text{Мин. диапазон}}{2}$$

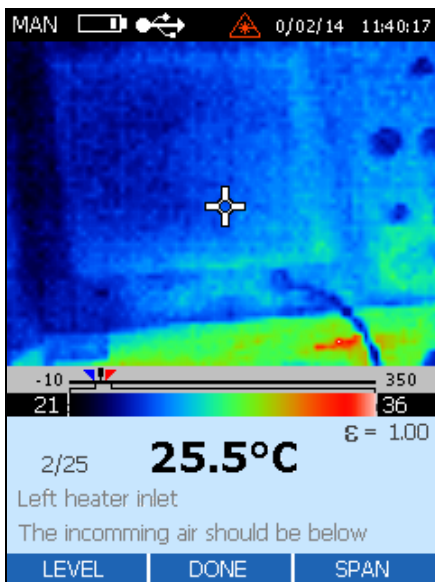
dap129f.eps

1. На главном экране нажмите  (MENU) один раз для перехода меню «Настройка режима».
2. Нажмите  (MANUAL), чтобы вручную настроить уровень и чувствительность или  (AUTO), чтобы Imager автоматически настроил уровень и чувствительность.








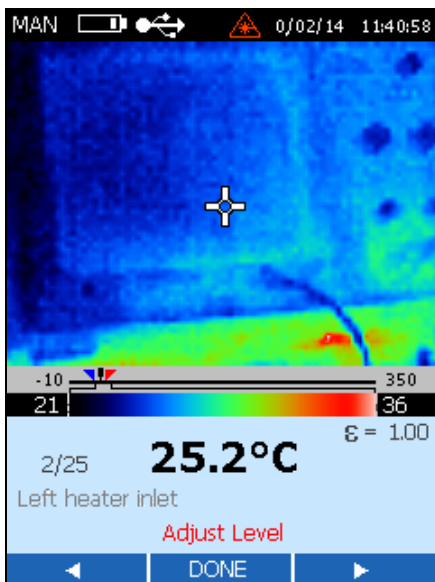
dag109f.bmp

3. Нажмите  (LEVEL) для перехода к настройке уровня.



dag110f.bmp

4. Нажмите  () для перемещения окна влево (ниже) или  () для перемещения окна вправо (выше).
5. Нажмите  (DONE) два раза для возврата на главный экран.













dag111f.bmp



## Настройка чувствительности

Полный диапазон температур тепловизора от -10 °С до 350 °С (от 14 °F до 662 °F). ЖК-дисплей отображает около 256 оттенков цвета для выбранной палитры. Настройка диапазона температур позволяет видеть трудно уловимые перепады температуры в зафиксированном изображении.


Например, если вы просматриваете изображение с диапазоном температур от 10 °С до 30 °С и используете Imager с полным диапазоном температур, изображение будет включать только около 15 из 256 оттенков. Настройка диапазона температур от 10 °С до 30 °С позволит использовать при отображении весь диапазон из примерно 256 оттенков.

1. На главном экране нажмите  (HOME) один раз для перехода меню «Настройка режима».
2. Нажмите  (MANUAL), чтобы вручную настроить уровень и чувствительность или  (AUTO), чтобы Imager автоматически настроил уровень и чувствительность.
3. Нажмите  (SPAN) для перехода к настройке чувствительности.
4. Нажмите  ( ), чтобы закрыть окно диапазона, или  ( ), чтобы открыть окно диапазона. Минимальное значение диапазона температур 5 °С.

## Ручная активация флажка калибровки

Когда Imager включен, изображение время от времени ненадолго фиксируется, и на дисплее появляется значок песочных часов. Это нормальный процесс, который осуществляется, когда прибор ненадолго отключает оптический канал во избежание ошибок смещения. Это цикл повторной калибровки, который начинается непосредственно после включения прибора.

Интервалы повторной калибровки составляют 15, 40, 45 и 60 секунд, и процесс повторяется каждые 60 секунд при изменении окружающей температуры. Если значение изменения внутренней температуры составит 0,2 °С, то повторная калибровка тепловизора будет выполнена до истечения 60-секундного интервала, т.е. начнётся новый цикл калибровки.

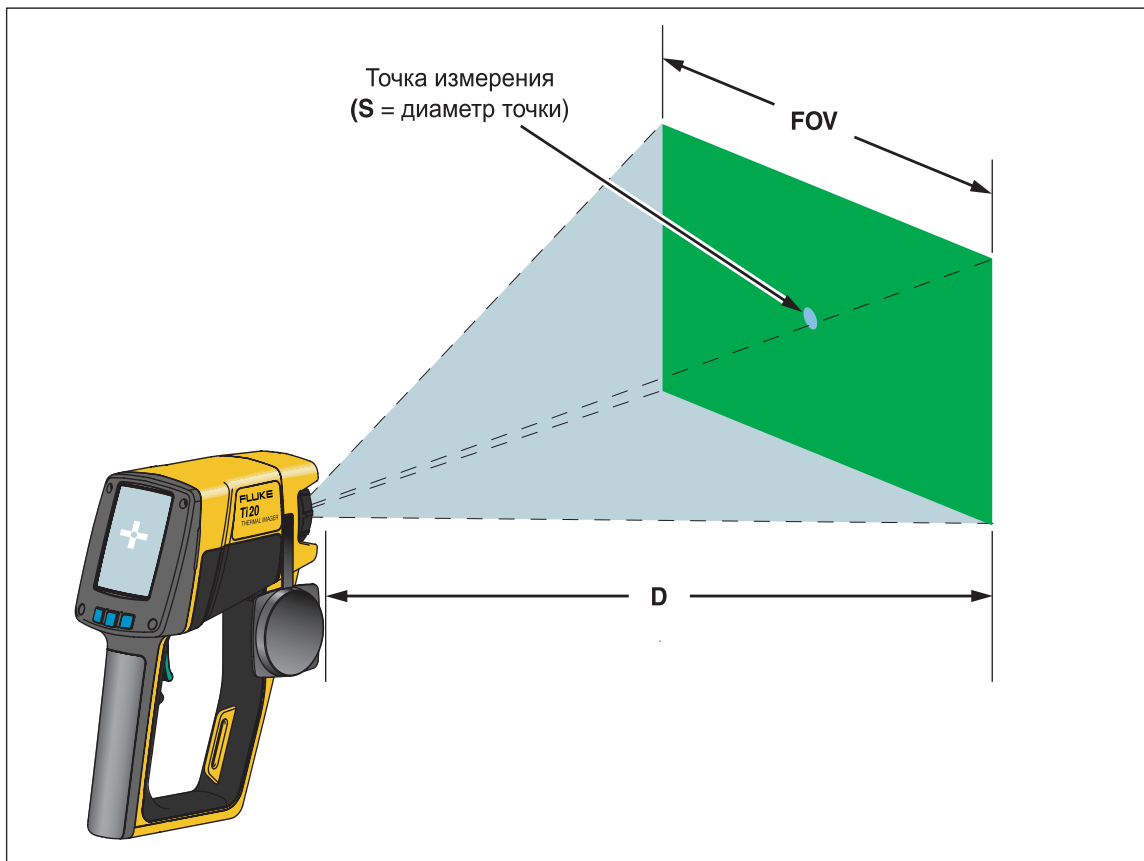
Для ручной активации флажка калибровки нажмите  (FLAG) на главном экране, чтобы запустить цикл повторной калибровки.

## Точность измерения пространства и температуры

Тепловизор Ti20 обеспечивает угол обзора 15° по вертикали и 20° по горизонтали (Поле обзора), как показано на Рис. 2-3. Данный участок выводится на жидкокристаллический дисплей на задней панели тепловизора. Отдельное значение температуры, показанное в цифрах в нижнем углу дисплея, однако, соответствует измерению лишь небольшому участку поля обзора. В частности, это значение средней температуры области, обозреваемой через «отверстие» в центре визирного перекрестья на жидкокристаллическом дисплее (см. Рисунок 2-3).

Для ручной активации флажка калибровки нажмите Фактический диаметр точки измерения рассчитывается путём деления расстояния до объекта на 75 (значение D:S для тепловизора). Если тепловизор правильно наведён на цель на расстоянии 100 дюймов, то диаметр точки измерения на объекте составит (100 дюймов) x 75 = 1,33 дюйма. Если тепловизор наведён на цель на расстоянии 24 дюйма, то диаметр точки измерения на объекте составит (24 дюйма) x 75 = 0,32 дюйма.

Чтобы получить наименьший участок измерения (D:S = 75:1), тепловизор необходимо правильно навести на измеряемый объект.



dap135f.eps

Рисунок 2-3. Взаимосвязь между полем обзора (FOV) с точкой измерения и визирной сеткой

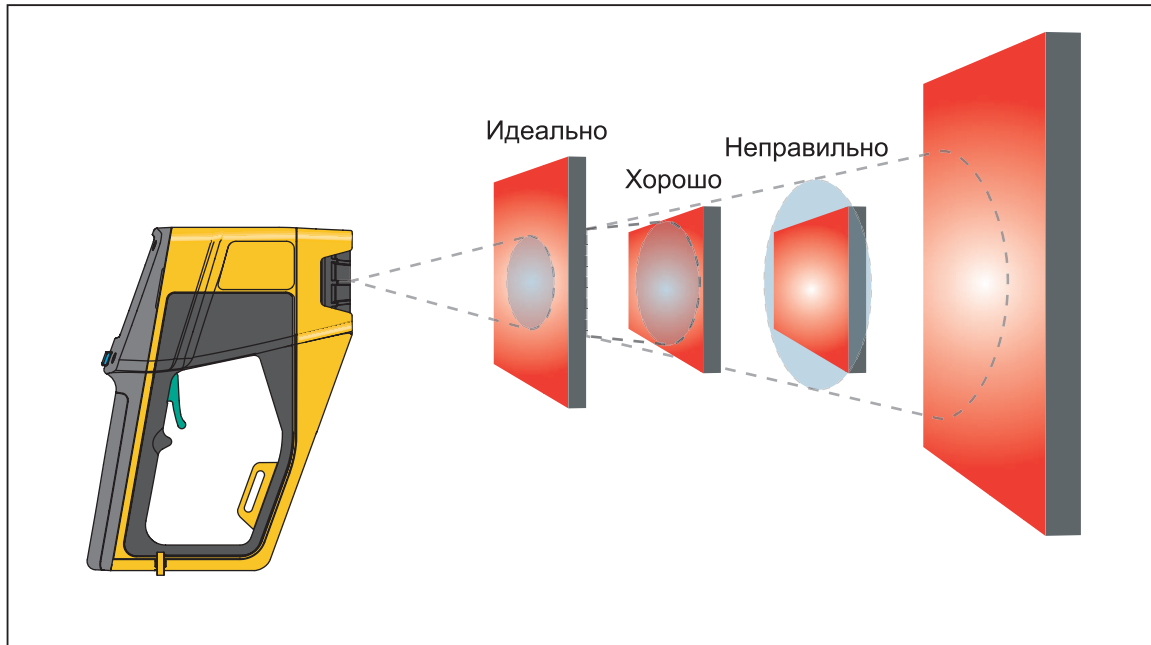


Рисунок 2-4. Правильное поле зрения

## Условия окружающей среды

Следите за условиями окружающей среды в рабочей зоне. Пар, пыль, дым и т.п. могут помешать точному измерению, заполняя пространство между целевым объектом и оптикой тепловизора. Шум, электромагнитные поля или вибрация являются другими условиями, которые могут повлиять на измерения температуры и которые должны учитываться перед началом измерения температуры.

## Снижение номинальной окружающей температуры и температурные перепады

Рабочий диапазон температур тепловизора от 0 °C до 50 °C (от 32 °F до 122 °F). По мере постепенного отклонения температуры от 25 °C (77 °F) возникает ухудшение спецификации точности измерения тепловизора, составляющая  $\pm 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$  или  $\pm 0,2 \text{ } \% /^\circ\text{C}$  в соответствующую сторону. Например, если бы тепловизор работал при окружающей температуре 35 °C, то спецификация точности измерений составляла бы  $\pm [2 + (35 - 25) \times 0,2] = \pm 4 \text{ } ^\circ\text{C}$  для температур ниже 100 °C или  $\pm [0,02 + (35 - 25) \times 0,002] \times T$  (измеряемая температура) для температур, превышающих 100 °C.

Тепловизор будет работать точно даже при резких изменениях окружающей температуры, составляющих  $\pm 25 \text{ } ^\circ\text{C}$  ( $\pm 45 \text{ } ^\circ\text{F}$ ) или более (например, если вы переходите из помещения с температурой 25 °C в помещение с температурой 0 °C). Чтобы добиться наивысшей точности показаний, вам необходимо:

- Выдержать паузу ~ 2 минуты после значительного перепада окружающей температуры (превышающего 10 °C) перед снятием любых показаний.
- Включить тепловизор и выдержать паузу в 3 секунды.
- При перепадах окружающей температуры, составляющих менее 10 °C, дополнительных мер не требуется.

## Коэффициент излучения

Коэффициент излучения – это мера способности объекта излучать инфракрасную энергию. Чем выше температура объекта, тем больше инфракрасной энергии он излучает. Коэффициент излучения может иметь значение от 0 (блестящее зеркало, идеальный отражатель) до 1,0 (абсолютно черное тело, идеальный излучатель). Большинство органических, окрашенных или окисленных поверхностей имеют значение коэффициента излучения близкое к 0,95. Если вы выполняете с помощью тепловизора качественную проверку, оставьте коэффициент излучения 1,0. Если вам необходимо измерить текущие значения температуры, задайте значение коэффициента излучения в соответствии с коэффициентом излучения материала, из которого сделан измеряемый объект. Если вам нужна точность, потребуется найти значение коэффициента излучения материала перед выполнением измерения. См. значения коэффициента излучения для большинства распространенных материалов в приложении С.

Существует два метода, которые помогут вам найти значение коэффициента излучения материалов:

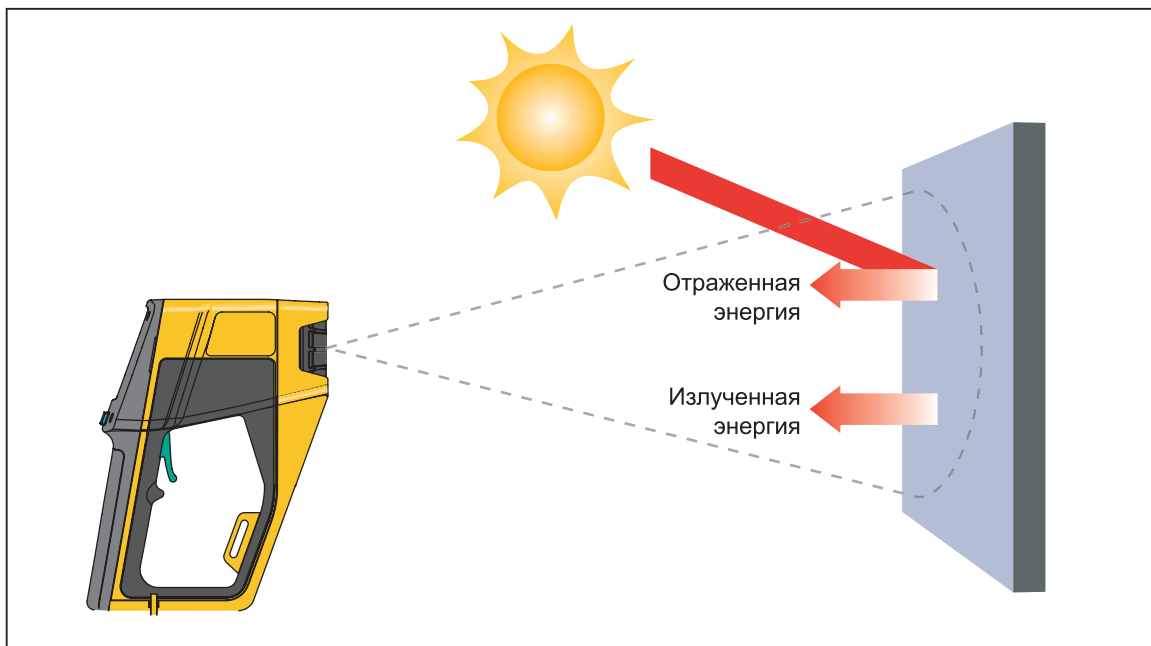
- **Метод с использованием магнитной ленты**  
Для этого метода следует использовать магнитную ленту на поливинилхлоридной основе Scotch (коэффициент излучения 0,97) или аналогичную. Покройте лентой поверхность, температуру которой вы хотите измерить. Подождите несколько секунд, пока температура стабилизируется. Задайте коэффициент излучения 0,97 и измерьте температуру. Запишите значение температуры. Затем удалите ленту и измерьте новое значение температуры. Отрегулируйте коэффициент излучения соответствующим образом, пока предыдущее значение температуры не отобразится на дисплее тепловизора. Это значение коэффициента излучения измеряемого материала. Этот метод подходит для объектов с низкой температурой (ниже 100 °C (212 °F)), не подключенных к электропитанию и не находящихся в движении.
- **Метод с использованием контактного термометра**  
Для этого метода используется контактный зонд и высококачественный термометр. Сначала измерьте с помощью контактного термометра температуру объекта, коэффициент излучения которого вы хотите знать, подождяв, пока контактный зонд стабилизируется (это может занять до минуты). Запишите значение температуры и настройте коэффициент излучения на тепловизоре соответствующим образом, пока предыдущее значение температуры, найденное с помощью контактного термометра, не отобразится на дисплее тепловизора. Это значение коэффициента излучения измеряемого материала. Этот метод подходит для объектов с умеренной температурой (ниже 250 °C (482 °F)), не подключенных к электропитанию и не находящихся в движении.

## Компенсация отраженной температуры

Целевые объекты, которые имеют низкий коэффициент излучения, будут отражать энергию от близлежащих объектов. Эта дополнительная отраженная энергия прибавляется к собственной излучаемой энергии объекта и может привести к неточным показаниям. В некоторых ситуациях объекты вблизи цели (машины, печи или другие источники тепла) имеют температуру намного выше, чем температура целевого объекта. В таких ситуациях необходимо компенсировать отраженную энергию этих объектов. Принцип компенсации отраженной температуры проиллюстрирован на рисунке 2-5.

### Примечание

Функция компенсации отраженной температуры (RTC) отключена, когда задан коэффициент излучения 1,00.



dap006f.eps


Рисунок 2-5. Компенсация отраженной температуры

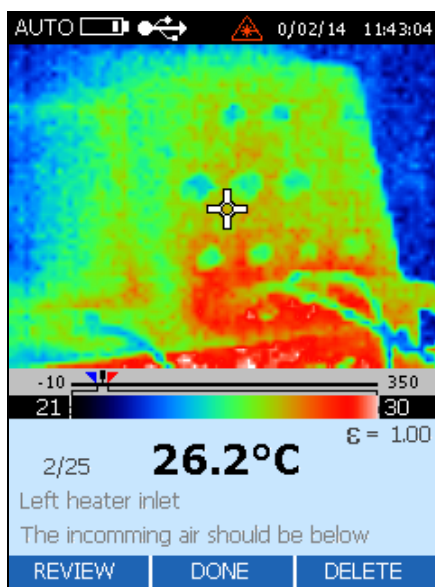


## Глава 3 Дополнительные функции тепловизора



### Управление данными и хранение

#### Просмотр сохраненных изображений

1. На главном экране нажмите  (MENU) три раза.
2. Нажмите  (REVIEW), чтобы перейти в режим просмотра.



dag114f.bmp



3. Нажмите  ( $\triangle$ ), чтобы просмотреть следующее изображение, или F3 ( $\nabla$ ), чтобы просмотреть предыдущее изображение.
4. Нажмите  (DONE) для возврата на главный экран.

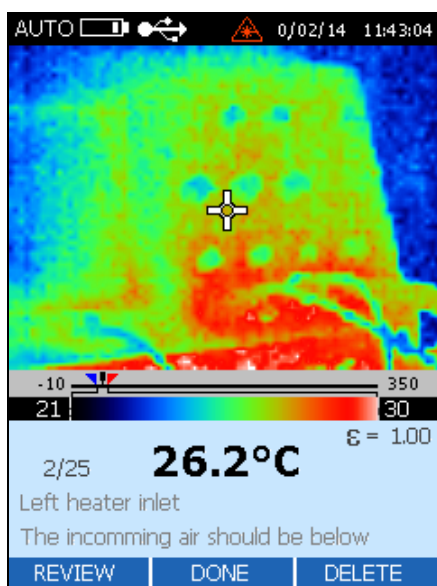
## Удаление изображений

При удалении изображения оно удаляется из активной ячейки памяти, но сохраняется описание ячейки, примечания, коэффициент излучения и настройка RTC.






### ⚠ Внимание

**При выборе «Удалить все» полностью очищается флэш-память тепловизора, включая все изображения, примечания, значения коэффициента излучения и настройки RTC. Восстанавливается заводская конфигурация флэш-памяти.**

1. На главном экране нажмите  (MENU) три раза.
2. Нажмите  (MEMORY) для перехода к функции удаления.

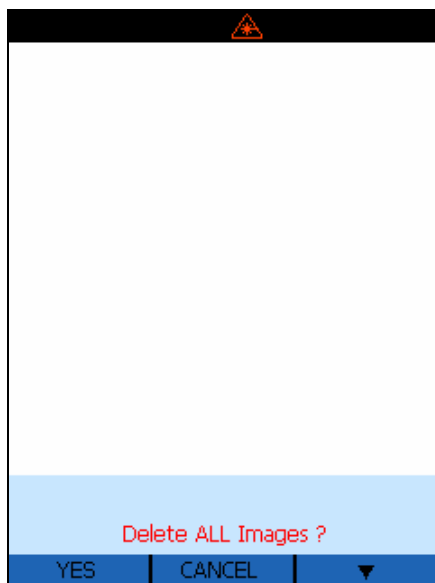


dag114f.bmp

3. Нажмите  для перехода к экрану режима удаления.
4. Нажмите  (YES) для удаления просматриваемого изображения или  (DELETE ALL) для удаления всех сохраненных изображений.  удаляет все показанные изображения, но сохраняет ячейку памяти и информацию (описание ячейки, примечания, коэффициент излучения и RTC). Можно также нажать  (CANCEL) для возврата к экрану режима просмотра.



5. Экран Delete ALL «Удалить ВСЕ изображения» показывает обзор сохраненных изображений. Нажмите  (F1) (YES) для удаления всех сохраненных изображений или  (F2) (CANCEL) для возврата на главный экран.



dag117f.bmp

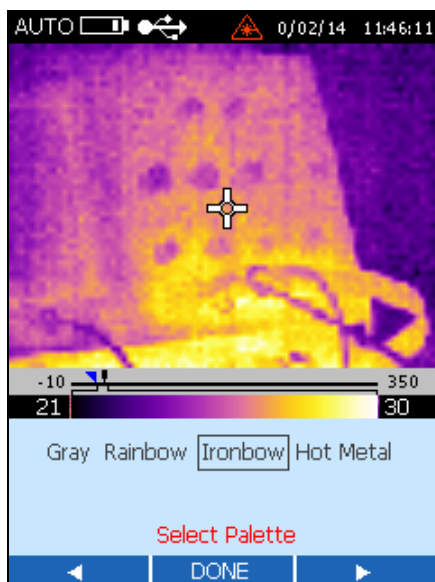
6. После удаления всех изображений вы вернетесь на главный экран.

## Выбор палитры

Палитры используются для изменения цвета тепловизионных изображений прямой передачи или палитры цветной полосы. Варианты палитры:

- Gray
  - Rainbow (палитра по умолчанию)
  - Ironbow
  - Reverse Grayscale
1. На главном экране нажмите  (F2) (MENU) два раза для перехода к экрану выбора палитры.
  2. Нажмите  (F3) (PALETTE) для выбора палитры.

3. Нажмите  $\boxed{F1}$  ( $\leftarrow$ ), чтобы переместить выделение влево, или  $\boxed{F9}$  ( $\rightarrow$ ), чтобы переместить выделение вправо.



dag118f.bmp

4. Нажмите  $\boxed{F2}$  (DONE) для выбора палитры и возврата на главный экран.

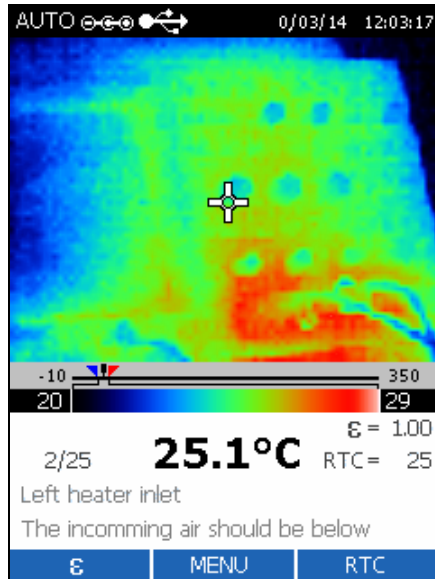
### **Настройка коэффициента излучения**

Количество инфракрасной энергии, излучаемой объектом, зависит от коэффициента излучения и температуры. Коэффициент излучения зависит от материала и характеристик его поверхности. Для получения более точных показаний настройте значение коэффициента излучения для типа материала, температуру которого вы измеряете. См. типичные значения коэффициента излучения различных материалов и неметаллических источников в приложении С.

При изменении коэффициента излучения тепловизионное изображение прямой передачи и отображаемая температура также изменятся. Значение коэффициента излучения по умолчанию 0,95, диапазон настройки – от 0,01 до 1,00.

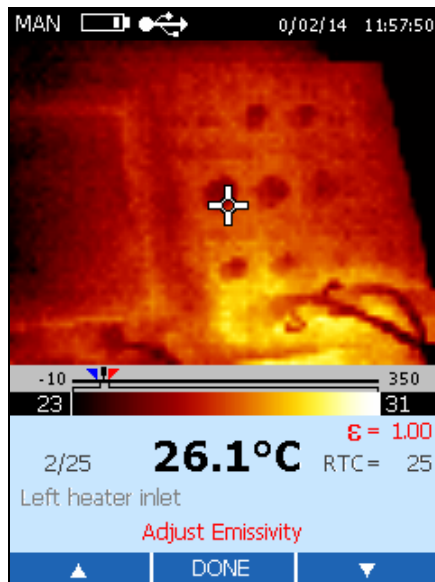
1. На главном экране нажмите  $\boxed{F2}$  (MENU) три раза для перехода к экрану Настройка коэффициента излучения и RTC.

- Нажмите  $\square^{\text{F1}}$  (**⊞**) для перехода к экрану **Adjust Emissivity** «Настройка коэффициента излучения».



dag119f.bmp

- Нажмите  $\square^{\text{F1}}$  (**△**), чтобы увеличить значение коэффициента излучения, или  $\square^{\text{F3}}$  (**▽**), чтобы уменьшить значение коэффициента излучения.







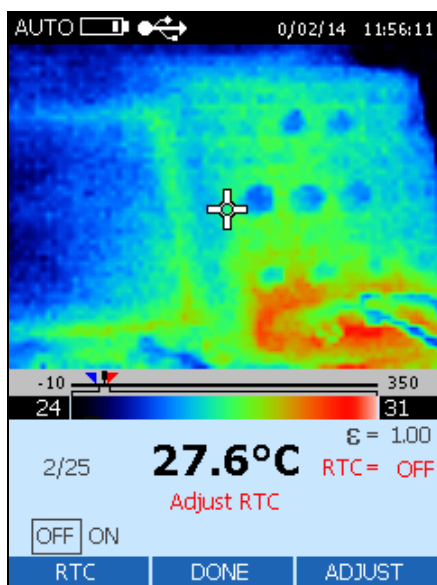
dag120f.bmp

- Нажмите  $\square^{\text{F2}}$  (**DONE**) для возврата на главный экран.

## Настройка значений коррекции отраженной температуры

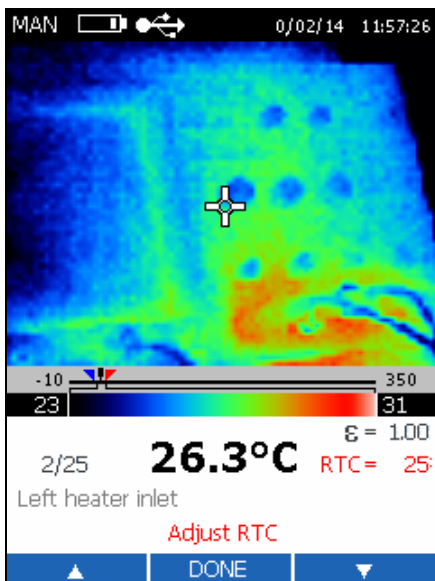
При изменении значения RTC тепловизионное изображение прямой передачи и отображаемая температура также изменятся. Настройка RTC по умолчанию 100 °C (212 °F), диапазон настроек от -50 °C до 600 °C (от -58 °F до 1112 °F). При заводской конфигурации параметр RTC отключен.

1. На главном экране нажмите  (MENU) три раза для перехода к экрану «Настройка коэффициента излучения и RTC».
2. Нажмите  (RTC) для перехода к экрану «Настройка RTC».
3. Нажмите  (RTC) для включения/отключения RTC или нажмите  (ADJUST) для перехода к экрану «Настройка RTC».



dag121f.bmp

4. В меню **Adjust RTC** «Настройка RTC» нажмите  $\square_{F1}$  ( $\triangle$ ), чтобы увеличить значение RTC, или  $\square_{F3}$  ( $\nabla$ ), чтобы уменьшить значение RTC.



dag122f.bmp

5. Нажмите  $\square_{F2}$  (DONE) для возврата на главный экран.

### **Настройка пределов сигнализации**

При настройке пределов сигнализации нижний предел отображается в области информации синим цветом, а верхний – красным. Нижний индикатор сигнализации ( $\blacktriangledown$ ) и верхний индикатор сигнализации ( $\blacktriangledown$ ) также перемещаются по температурной шкале.

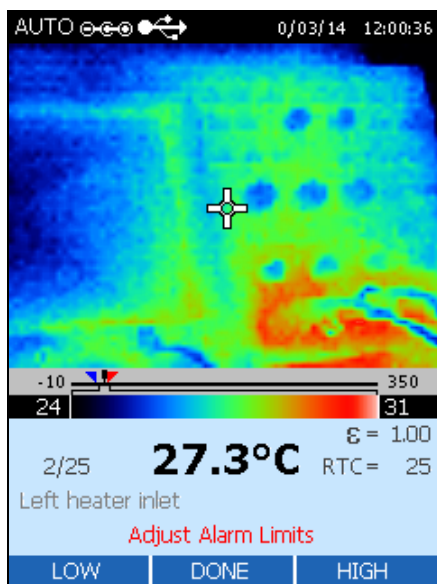
При поиске целевого объекта, который имеет температуру, превышающую один из пределов сигнализации:

- На дисплее тепловизора появляется мигающий индикатор сигнализации
- Если температуры целевого объекта в центральной точке превышает предел сигнализации, центральное изображение мигает, и значение сигнализации отображается жирным синим или красным шрифтом, в зависимости от того, какой предел превышен.

Нижний предел сигнализации по умолчанию -10 °C (14 °F), верхний предел сигнализации по умолчанию 350 °C (662 °F).

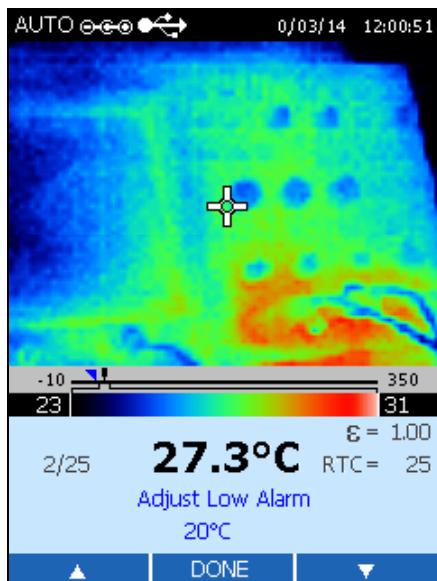
1. На главном экране нажмите  $\square_{F2}$  (MENU) четыре раза для перехода к экрану «Настройка сигнализации и спящего режима».

- Нажмите  $\square_{F1}$  (ALARM) для перехода к экрану «Настройка сигнализации».
- Нажмите  $\square_{F1}$  (LOW), чтобы настроить нижний предел сигнализации, или  $\square_{F3}$  (HIGH), чтобы настроить верхний предел сигнализации.

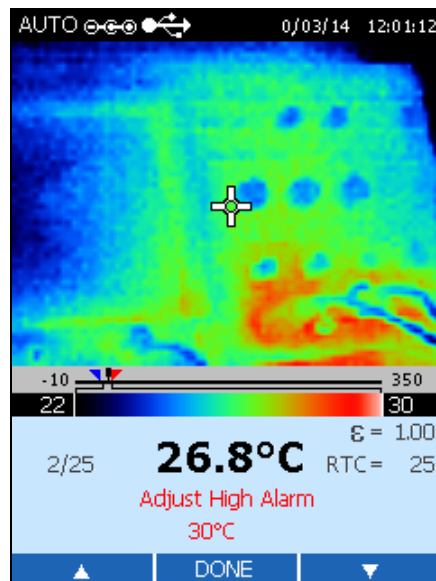


dag124f.bmp

- Нажмите  $\square_{F1}$  ( $\triangle$ ), чтобы увеличить предел сигнализации, или  $\square_{F3}$  ( $\nabla$ ), чтобы уменьшить предел сигнализации.



dag125f.bmp







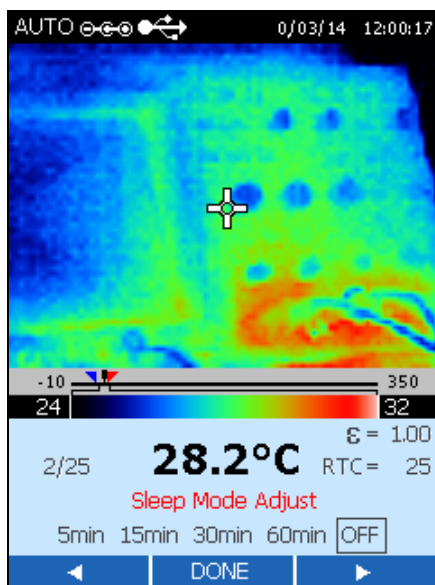
dag126f.bmp

- Нажмите  $\square_{F2}$  (DONE) два раза для возврата на главный экран.


## Настройка спящего режима

Спящий режим используется для увеличения срока службы батареи, если Imager включен, но не используется. Если спящий режим отключен, Imager будет работать, пока не закончится батарея. При включённом **«спящем»** режиме тепловизор будет выключен автоматически по прошествии определённого времени. Время до включения спящего режима по умолчанию 15 минут.

1. На главном экране нажмите  (MENU) четыре раза для перехода к экрану «Настройка сигнализации и спящего режима».
2. Нажмите  (SLEEP) для перехода к экрану «Настройка спящего режима».
3. Нажмите  (<) для перемещения выделения влево или  (>) для перемещения выделения вправо. Опции: 5, 15, 30, 60 минут или OFF «ОТКЛ».



dag127f.bmp

4. Нажмите  (DONE) для возврата на главный экран.





# **Приложения**

<b>Приложение</b>	<b>Содержание</b>	<b>Страница</b>
	Глоссарий .....	A-1
	Основы измерения инфракрасного излучения .....	B-1
	Типичные значения коэффициента излучения .....	C-1
	Технические характеристики.....	D-1



# Приложение А

## Глоссарий

### **ASTM**

ASTM – сокращение от American Society for Testing and Materials (Американское общество по испытаниям и материалам).

### **DIN**

Немецкий институт нормирования (Deutsches Institut für Normung–DIN) – это немецкий стандарт для многих измерительных приборов.

### **HAL**

Сигнал высокой температуры. Приборы с этой функцией могут издавать сигнал, когда они обнаруживают, что достигнута определенная пользователем высокая температура.

### **LAL**

Сигнал низкой температуры. Приборы с этой функцией могут издавать сигнал, когда они обнаруживают, что достигнута определенная пользователем низкая температура.

### **NETD**

Разность температур шумовой эквивалентной схемы. Полный размах напряжения системного электрического шума, обычно измеряется на выходе (дисплей или аналоговый), выражается в °F или °C.

### **Абсолютно черное тело**

Абсолютный излучатель, объект, который поглощает всю энергию излучения, падающую на него на всех длинах волн, и не отражает и не передает ничего. Поверхность с коэффициентом излучения единица (1,00).

### **Абсолютный нуль**

Температура (0 градусов по Кельвину) объекта, определенная теоретическим условием, где объект имеет нулевую энергию.

### **Атмосферное окно**

Атмосферное окно – это инфракрасная спектральная полоса, в которой атмосфера лучше всего пропускает энергию излучения. Два главных окна расположены на расстоянии от 2 до 5 мкм и от 8 до 14 мкм.

**Время реакции**

Срок изменения показаний инструмента в соответствии с мгновенным изменением температуры целевого объекта, обычно выражается в миллисекундах, для 95 % показаний температуры по полной шкале (по стандартному методу проверки Американского общества по испытаниям и материалам E 1256-88). Технические характеристики инструментов Fluke также включают среднее время, необходимое для вычислений, выполняемых программным обеспечением.

**Герц (Гц)**

Единица выражения частоты. Синоним – циклов в секунду.

**Детектор**

Преобразователь, который создает напряжение или ток, пропорциональный инфракрасной энергии, подающей на него. См. также термоэлектрические, пироэлектрические и кремниевые детекторы.

**Диапазон температур хранения**

Диапазон температур окружающей среды, которые термометр может выдерживать в неработающем состоянии и затем работать в соответствии с указанными техническими характеристиками.

**Диапазон**

Полный диапазон температур тепловизора от -10 °C до 350 °C (от 14 °F до 662 °F). ЖК-дисплей отображает около 256 оттенков цвета для выбранной палитры. Настройка диапазона температур позволяет видеть трудно уловимые перепады температуры в зафиксированном изображении.

**Единство измерений со стандартами NIST**

Калибровка в соответствии/противоречии со стандартами NIST (Национальный институт стандартов и технологий США). Единство измерений со стандартами NIST является средством гарантии того, что основные стандарты остаются действительными, а их калибровка – актуальной.

**Задержка**

Эффект перепада температуры, вызванный наведением лазера на *горячий* объект на длительный период времени и затем быстрым наведением на объект с *более низкой* температурой. Увеличение времени (превышение обычного времени реакции системы), которое требуется сенсору, чтобы отобразить более низкую температуру с погрешностью 5 %, определяется как время *задержки*.

**Инфракрасный (ИК)**

Часть электромагнитного спектра от крайнего красного, видимая на расстоянии от приблизительно 0,75 мкм до 1000 мкм. Но при учете конструкции инструмента и наличия атмосферных окон измерение инфракрасного излучения выполняется между 0,75 и 20 мкм.

**Инфракрасный термометр**

Инструмент, который переводит поступающее ИК-излучение с участка на целевой поверхности в значение измерения, которое может быть соотнесено с температурой на этом участке.

**Калибровка**

Регулярная процедура измерения для определения всех параметров, существенно влияющих на работу инструмента.

**Калибровочный источник**

Источник (абсолютно черное тело, нагревательная плита и т.п.) с известной и трассируемой температурой и коэффициентом излучения. Обычно калибровка в США выполняется в соответствии со стандартами NIST (Национальный институт стандартов и технологий США), для международных клиентов существуют другие признанные стандарты.

**Компенсация отраженной температуры**

Функция корректировки, которая используется для достижения большей точности, благодаря равномерной высокой температуре фона энергия ИК-излучения отражается от целевого объекта в инструмент. Если температура фона известна, показания инструмента могут быть скорректированы с помощью этой функции. Целевые объекты, которые имеют низкий коэффициент излучения, будут отражать энергию от близлежащих объектов, что может привести к неточным показаниям. Иногда объекты вблизи цели (машины, печи или другие источники тепла) имеют температуру намного выше, чем температура целевого объекта. В таких ситуациях необходимо компенсировать отраженную энергию этих объектов. (Компенсация отраженной температуры не действует, если коэффициент излучения равен 1,0.)

**Компенсация температуры окружающей среды (ТАМВ)**

См. Компенсация отраженной энергии.

**Коэффициент излучения**

Коэффициент излучения – это отношение инфракрасной энергии, излучаемой объектом при данной температуре и спектральной полосе к энергии, излучаемой абсолютным излучателем (абсолютно черное тело) при той же температуре и спектральной полосе. Коэффициент излучения абсолютно черного тела единица (1,00).

**Коэффициент отражения**

Отношение энергии излучения, отражаемой от поверхности, к энергии излучения, подающей на поверхность; для серого тела это значение равно единице минус коэффициент излучения; для абсолютного зеркала приблизительно единице; для абсолютно черного тела коэффициент отражения равен нулю.

**Коэффициент пропускания**

Отношение энергии ИК-излучения, пропускаемой через объект, к общей инфракрасной энергии, получаемой объектом для каждого данного спектрального диапазона; сумма коэффициента излучения, коэффициента отражения и коэффициента пропускания равна единице.

**Коэффициент температуры (или снижение номинальной температуры окружающей среды)**

Показатель способности инструментов сохранять точность, когда условия окружающей среды подвержены медленному изменению или отклонению. Коэффициент температуры обычно выражается как процентное изменение погрешности на каждый градус изменения температуры окружающей среды.

При быстром изменении в условиях окружающей среды см. Температурный шок.

**Лазер**

Одинарные или двойные лазеры используются в некоторых приборах для наведения и/или обнаружения оптимальной точки измерения температуры.

**Микрон (или мкм)**

$10^{-6}$  метров (м) или 0,000001 м.

**Минимальный размер участка**

Наименьший участок, который может быть точно измерен инструментом.

**Несерое тело**

Излучающий объект, частично проницаемый для инфракрасного излучения (передает инфракрасную энергию на определенных длинах волн); также называется цветное тело. Примеры несерых тел – стеклянные и пластиковые пленки.

**Оптический пирометр**

Система, которая с помощью сравнения источника, чья температура должна быть измерена, со стандартизированным источником освещения (обычно сравнивается с человеческим глазом) определяет температуру первого источника.

**Оптическое разрешение**

Коэффициент расстояния и размера (P:P) участка инфракрасного измерения, где расстояние обычно определяется по фокусному расстоянию, а размер определяется по диаметру участка энергии инфракрасного излучения в фокусе (обычно 90% диаметра участка энергии инфракрасного излучения). Оптическое разрешение может также указываться для поля в дальней зоне с использованием значений расстояния поля в дальней зоне и размера участка.

**Относительная влажность**

Процентное отношение количества водяного пара, действительно присутствующего в пробе воздуха, к наибольшему возможному количеству водяного пара при такой же температуре.

**Пирозлектрический детектор**

Инфракрасный детектор, который работает как источник тока с мощностью, пропорциональной степени изменения падающей энергии инфракрасного излучения.

**Повторяемость**

Степень, до которой один инструмент дает одинаковые показания по одному и тому же объекту при следующих измерениях в тех же условиях окружающей среды и целевой области (по стандартному методу проверки Американского общества по испытаниям и материалам E 1256-88).

**Погрешность максимального значения шкалы**

Соглашение для выражения погрешности как процента верхней предельной температуры инструмента.

**Погрешность**

Изменение в показаниях инструмента за долгий период времени, не вызванное внешними воздействиями на устройство (по стандартному методу проверки Американского общества по испытаниям и материалам E 1256-88).

**Поле в дальней зоне**

Измеренное расстояние существенно больше, чем фокусное расстояние инструмента, обычно больше фокусного расстояния в 10 раз.

### **Поле зрения (FOV)**

Целевая область, измеряемая ИК-термометром. Обычно передается с помощью задания диаметра участка как функции расстояния от инструмента. Также передается как угловая протяженность участка в фокусной точке.

См. Оптическое разрешение.

### **Полная шкала**

Максимум диапазона температур или выходного сигнала.

### **Постоянная времени**

Время, необходимое для обнаружения элемента для реагирования на 63,2 % ступенчатого изменения в целевой зоне.

### **R:P**

Соотношение расстояния и размера. См. Оптическое разрешение.

### **Рабочий диапазон температур окружающей среды**

Диапазон температурных условий окружающей среды, для которых предназначен термометр.

### **Радиационный термометр**

Устройство, которое рассчитывает температуру объекта (при известном коэффициенте излучения) на основе измерения видимого или инфракрасного излучения этого объекта.

### **Рассеяние (влияние размера источника)**

Нежелательное повышение показаний температуры, вызванное влияющей на детектор энергией ИК-излучения вне участка. Влияние наиболее ярко выраженное, когда целевой объект намного больше, чем поле зрения.

### **Серое тело**

Излучающий объект, чей коэффициент излучения (не единица) находится в постоянном отношении на всех длинах волн к коэффициенту излучения абсолютно черного тела при той же температуре и не передает инфракрасную энергию.

### **Снижение номинальной температуры окружающей среды**

Относится к температурному коэффициенту

### **Спектральная чувствительность**

Диапазон длин волн, в котором ИК-термометр является чувствительным.

### **Температура окружающей среды**

Температура окружающей среды – это температура помещения или температура среды, в которой находится инструмент.

### **Температура фона**

Температуры за целевым объектом и вокруг него, если смотреть от инструмента.

### **Температура**

Степень нагревания объекта, измеряемая по специальной шкале; где теплота определяется как тепловая энергия в процессе перемещения и переходит от объектов с высокой температурой к объектам с низкой температурой.

**Температурный шок**

Краткосрочная систематическая погрешность, вызванная временным изменением температуры окружающей среды. Инструмент восстанавливается после систематической погрешности при возвращении в равновесие с новыми условиями окружающей среды.

**Точность измерения температуры**

Минимальное условное или действительное изменение температуры целевого объекта, которое дает соответствующее изменение выходных данных и/или показаний (по стандартному методу проверки Американского общества по испытаниям и материалам E 1256-88).

**Точность измерения**

См. Точность измерения температуры или Оптическое разрешение.

**Точность отображения**

Уровень точности, с которой может отображаться значение температуры, обычно выражается в градусах или десятых градуса.

**Точность**

Максимальное отклонение, выраженное в единицах измерения температуры или в виде процента данных температуры или в виде процента значения температуры по полной шкале или в виде процента температуры целевого объекта, показывающее разницу между температурными данными инструмента при идеальных рабочих условиях и температурой калибровочного источника (по стандартному методу проверки Американского общества по испытанию материалов E 1256-88).

**Участок**

Диаметр области целевого объекта, в которой определена температура. Участок определяется как круглая апертура на целевом объекте, которая обычно позволяет инструменту улавливать 90 % энергии ИК-излучения, по сравнению со 100 % диаметром участка, который определяется по энергии ИК-излучения, собранной с очень большого объекта. Действительный размер и расстояние до цели для 100 % диаметра участка определяются в процессе калибровки каждого инструмента.

**Уровень**

Уровень – средняя точка температурной шкалы. Например, если прибор в настоящий момент находится в автоматическом режиме и задана термическая область с минимальным и максимальным пределом температуры, когда вы переключаете прибор в ручной режим, значение уровня задается прибором по следующей формуле:

$$\text{Уровень} = \frac{\text{Макс. диапазон} + \text{Мин. диапазон}}{2}$$

dap129f.eps

**Фокусная точка (или расстояние)**

Расстояние от инструмента, где оптическое разрешение является наибольшим.

**Цветное тело**

См. Несерое тело.

**Целевой объект**

Объект, температура которого определяется.



### **Электромагнитные помехи/радиопомехи**

Электромагнитные помехи/радиопомехи (EMI и RFI) могут вызывать помехи электрических сигналов в ИК-термометрах. Электромагнитные помехи и радиопомехи обычно вызваны переключением двигателей устройств (кондиционеры воздуха, автоматические инструменты, холодильные системы и т.п.).

### **ЭМС**

Электромагнитная совместимость – это сопротивление помехам электрических сигналов в ИК-термометрах.

### **Эталон сравнения**

Инструмент точного радиометрического измерения с калибровкой в соответствии со стандартами NIST в США (с другими признанными стандартами для международных пользователей), используемый для калибровки эталонных источников излучения.



## **Приложение В**

# **Основы измерения инфракрасного излучения**

### **В. Почему следует использовать бесконтактные инфракрасные термометры?**

О. В бесконтактных инфракрасных (ИК) термометрах используется инфракрасная технология, обеспечивающая быстрое и удобное измерение температуры поверхности объектов. Они быстро предоставляют показания температуры без физического контакта с объектом. Температура показывается на ЖК-дисплее.

Легкие, компактные и простые в эксплуатации ИК-термометры и тепловизоры производят надежные измерения температуры горячих, опасных или труднодоступных поверхностей без загрязнения или повреждения объекта. Кроме того, инфракрасные термометры могут предоставлять несколько показаний в секунду, в отличие от контактных методов, при которых каждое измерение может занять несколько минут.

### **В. Как действует инфракрасное излучение?**

О. ИК-термометры фиксируют невидимую энергию инфракрасного излучения, которую естественно излучают все объекты. Инфракрасное излучение является частью электромагнитного спектра, который включает радиоволны, микроволны, видимый свет, ультрафиолет, гамма-излучение и рентгеновские лучи.

Инфракрасное излучение находится между видимым светом и радиоволнами. Длины волн инфракрасного излучения обычно выражаются в микронах с ИК-спектром от 0,7 до 1000 микронов. На практике для инфракрасного измерения температуры используется полоса от 0,7 до 14 микронов. На рисунке В-1 показана область инфракрасного измерения.

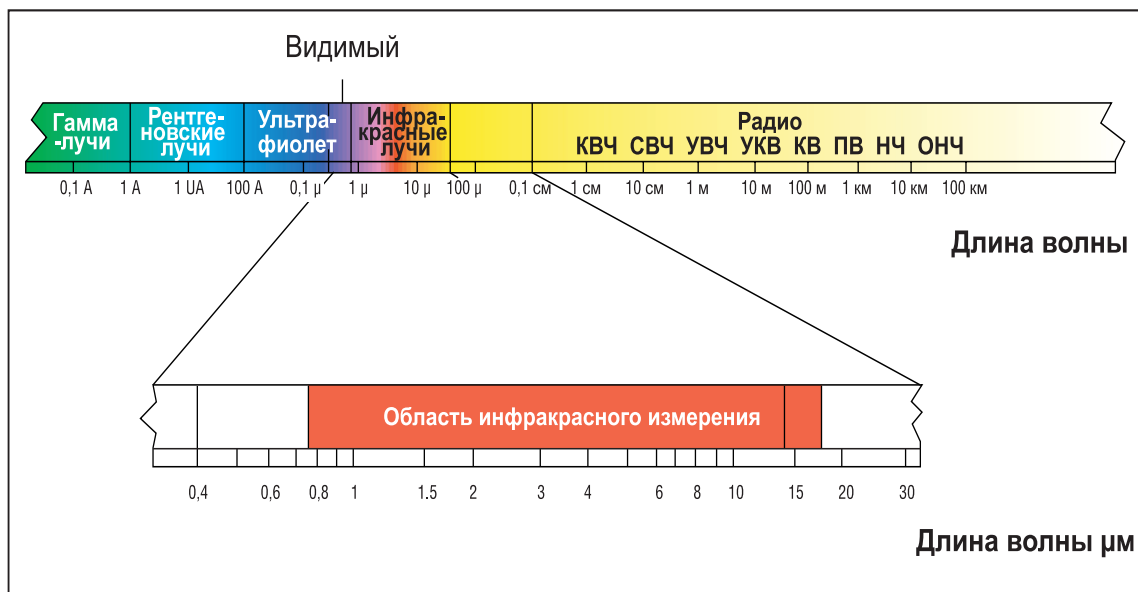


Рисунок В-1. Область инфракрасного измерения

dap011f.eps

### В. Как обеспечить точность измерения температуры?

О. В основе точного измерения температуры лежит глубокое понимание инфракрасной технологии. Когда температура измеряется с помощью бесконтактного устройства, энергия инфракрасного излучения, испускаемая измеряемым объектом, проходит через оптическую систему термометра или тепловизора и преобразуется в детекторе в электрический сигнал. Затем этот сигнал отображается как показание температуры и/или ИК-изображение. Точность измерения определяется несколькими важными факторами. Наиболее важные факторы – коэффициент излучения, коэффициент расстояния до участка и поле зрения.

### В. Что такое коэффициент излучения?

О. Все объекты отражают, пропускают и излучают энергию. Только излучаемая энергия показывает температуру объекта. Когда ИК-термометры или тепловизоры измеряют температуру поверхности, они распознают все три вида энергии, поэтому все термометры должны быть настроены на считывание только излучаемой энергии. Ошибки измерения часто вызваны тем, что энергия инфракрасного излучения отражается источниками света.

Некоторые ИК-термометры и тепловизоры позволяют изменить коэффициент излучения в приборе. Значение коэффициента излучения для различных материалов можно найти в прилагаемых таблицах коэффициентов излучения.

Другие приборы имеют фиксированный предустановленный коэффициент излучения 0,95; это значение коэффициента излучения для большинства органических материалов и окрашенных или окисленных поверхностей. Если вы используете термометр или тепловизор с фиксированным коэффициентом излучения для измерения температуры поверхности блестящего объекта, можно обеспечить компенсацию, покрыв поверхность для измерения маскирующей липкой лентой или матовой черной краской. Подождите, пока лента или краска достигнет той же температуры, что и материал под ней. Измерьте температуру оклеенной или окрашенной поверхности. Это правильная температура.

### **В. Что такое коэффициент расстояния до участка?**

О. Оптическая система инфракрасного термометра улавливает энергию инфракрасного излучения кругообразного участка измерения и фокусирует ее на детекторе. Оптическое разрешение определяется соотношением расстояния от инструмента до объекта и размера измеряемого участка (соотношение Р:Р). Чем больше значение коэффициента, тем выше точность измерения инструмента и тем меньше размер участка, который может быть измерен. Функция наведения лазера, которую имеют некоторые инструменты, только помогает нацелиться на измеряемый участок.

Последняя инновация в области инфракрасной оптики – добавление функции «Ограничение фокуса», которая обеспечивает точное измерение небольших целевых областей без включения ненужных фоновых температур.

Убедитесь, что целевая область больше размера участка, измеряемого прибором. Чем меньше целевая область, тем ближе вы должны быть к ней. При критической погрешности убедитесь, что целевая область как минимум в два раза больше размера участка.

### **В. Как производить измерение температуры?**

О. Для измерения температуры просто направьте прибор на объект, который вы хотите измерить. Убедитесь, что вы учли соотношение расстояния и размера и поле зрения. При использовании инфракрасных термометров нужно помнить о следующих важных вещах:

- Следует измерять только температуру поверхности. ИК-термометр не может измерять внутренние температуры.
- Не измеряйте температуру через стекло. Стекло имеет особые отражающие и передающие свойства, которые не позволяют выполнять точное инфракрасное измерение температуры. Не рекомендуется использовать ИК-термометры для измерения температуры блестящих или полированных металлических поверхностей (нержавеющая сталь, алюминий и т.п.). (См. Коэффициент излучения.)
- Следите за условиями окружающей среды. Пар, пыль, дым и т.п. могут помешать точному измерению, блокируя оптику прибора.
- Следите за температурой окружающей среды. Если термометр подвержен резким изменениям температуры окружающей среды на 10 градусов или более, подождите минимум двадцать минут, пока он отреагирует на новую температуру окружающей среды.

### **В. Для чего используются бесконтактные термометры?**

О. Наиболее распространенные сферы применения:

- Упреждающее и профилактическое обслуживание производства: проверка трансформаторов, электрических панелей, соединителей, распределительных устройств, вращающегося оборудования, печей и многого другого.
- Автомобильная индустрия: диагностика крышек цилиндров и систем обогрева/охлаждения.
- Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: контроль стратификации воздуха, регистров подачи/возврата и производительности печи.

- Поставка и безопасность продуктов питания: контроль температур поставки и хранения.
- Управление и мониторинг при обработке: проверка температуры при обработке стали, стекла, пластмассы, цемента, бумаги, продуктов питания и напитков.

Для получения дополнительной информации по приложениям для бесконтактных ИК-термометров посетите наш веб-сайт [www.fluke.com/thermography](http://www.fluke.com/thermography).

## **Приложение С**

# **Типичные значения коэффициента излучения**

Следующие таблицы содержат справочный материал для определения коэффициента излучения и могут применяться, когда у пользователя нет средства или времени для определения коэффициента излучения опытным путем. Значения коэффициента излучения, приведенные в таблицах, являются приблизительными. Некоторые или все следующие параметры могут влиять на коэффициент излучения объекта:

- Температура
- Угол измерения
- Геометрия (плоский, вогнутый, выпуклый и т.п.)
- Толщина
- Качество поверхности (полированная, необработанная, окисленная, подвергнутая пескоструйной обработке)
- Спектральная область измерения
- Коэффициент пропускания (т.е., тонкопленочная пластмасса)

### *Примечание*

*Следующие таблицы могут использоваться только в качестве руководства, так как коэффициент излучения меняется в зависимости от температуры, угла зрения, длины волны, геометрии целевого объекта и обработки поверхности.*

Таблица С-1. Значения коэффициента излучения для металлов

Материал		Коэффициент излучения		
		1,0 мкм	1,6 мкм	8-14 мкм
Алюминий				
	Неокисленный	0,1-0,2	0,02-0,2	нет
	Окисленный	0,4	0,4	0,2-0,4
	Сплав А3003			
	Окисленный	нет	0,4	0,3
	Шероховатый	0,2-0,8	0,2-0,6	0,1-0,3
	Полированный	0,1-0,2	0,02-0,1	нет
Вольфрам		нет	0,1-0,6	нет
	Полированный	0,35-0,4	0,1-0,3	нет
Железо				
	Окисленное	0,4-0,8	0,5-0,9	0,5-0,9
	Неокисленное	0,35	0,1-0,3	нет
	Заржавленное	нет	0,6-0,9	0,5-0,7
	Расплавленное	0,35	0,4-0,6	нет
Железо, кованое				
	Матовое	0,9	0,9	0,9
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
Золото		0,3	0,01-0,1	нет
Инконель				
	Окисленный	0,4-0,9	0,6-0,9	0,7-0,95
	Пескоструйная обработка	0,3-0,4	0,3-0,6	0,3-0,6
	Электрополированный	0,2-0,5	0,25	0,15
Латунь				
	Полированная	0,8-0,95	0,01-0,05	нет
	Шлифованная	нет	нет	0,3
	Окисленная	0,6	0,6	0,5



Таблица С-1. Значения коэффициента излучения для металлов (продолж.)

Материал		Коэффициент излучения		
		1,0 мкм	1,6 мкм	8-14 мкм
Магний		0,3-0,8	0,05-0,3	нет
Медь				
	Полированная	нет	0,03	нет
	Шероховатая	нет	0,05-0,2	нет
	Окисленная	0,2-0,8	0,2-0,9	0,4-0,8
	Клеммные колодки	нет	нет	0,6
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
Монель (никелево-медный сплав)		0,3	0,2-0,6	0,1-0,14
Никель				
	Окисленный	0,8-0,9	0,4-0,7	0,2-0,5
	Электролитический	0,2-0,4	0,1-0,3	нет
Олово (неокисленное)		0,25	0,1-0,3	нет
Платина				
	Черная	нет	0,95	0,9
Ртуть		нет	0,05-0,15	нет
Свинец				
	Полированный	0,35	0,05-0,2	нет
	Необработанный	0,65	0,6	0,4
	Окисленный	нет	0,3-0,7	0,2-0,6
Серебро		нет	0,02	нет
Сплав Хейнса		0,5-0,9	0,6-0,9	0,3-0,8
Сталь				
	Холоднокатаная	0,8-0,9	0,8-0,9	0,7-0,9
	С коррозионностойким покрытием	нет	нет	0,4-0,6
	Полированная листовая	0,35	0,25	0,1
	Расплавленная	0,35	0,25-0,4	нет
	Окисленная	0,8-0,9	0,8-0,9	0,7-0,9
	Нержавеющая	0,35	0,2-0,9	0,1-0,8

Таблица С-1. Значения коэффициента излучения для металлов (продолж.)

Материал		Коэффициент излучения		
		1,0 мкм	1,6 мкм	8-14 мкм
Титан				
	Полированный	0,5-0,75	0,3-0,5	нет
	Окисленный	нет	0,6-0,8	0,5-0,6
Хром		0,4	0,4	нет
Цинк				
	Окисленный	0,6	0,15	0,1
	Полированный	0,5	0,05	нет

Таблица С-2. Значения коэффициента излучения для неметаллов

Материал		Коэффициент излучения		
		1,0 мкм	1,6 мкм	8-14 мкм
Асбест		0,9	0,9	0,95
Асфальт		нет	0,95	0,95
Базальт		нет	0,7	0,7
Бетон		0,65	0,9	0,95
Бумага (любой цвет)		нет	0,95	0,95
Вода		нет	—	0,93
Гипс		нет	0,4-0,97	0,8-0,95
Глина		нет	0,85-0,95	0,95
Гравий		нет	0,95	0,95
Древесина, натуральная		нет	0,9-0,95	
Известняк		нет	0,4-0,98	
Карборунд		нет	0,9	0,9
Каучук		нет	0,9	0,95
Керамика		0,4	0,85-0,95	0,95
Краска (не содерж. алюм.)		—	0,9-0,95	0,9-0,95
Лед		нет	—	0,98
Песок		нет	0,9	0,9
Пластмасса (непрозрачная, более 20 мил)		нет	0,95	0,95
Почва		нет	—	0,9-0,98

Таблица С-2. Значения коэффициента излучения для неметаллов (продолж.)

Материал		Коэффициент излучения		
		1,0 мкм	1,6 мкм	8-14 мкм
Снег		нет	—	0,9
Стекло				
	Пластина	нет	0,98	0,85
	«Капля стекломассы»	нет	0,9	нет
Ткань		нет	0,95	0,95
Уголь				
	Неокисленный	0,8-0,95	0,8-0,9	0,8-0,9
	Графит	0,8-0,9	0,7-0,9	0,7-0,8

Для повышения точности измерения температуры поверхности учитывайте следующее:

- Определите коэффициент излучения объекта для спектрального диапазона инструмента, используемого при измерении.
- Предотвращайте отражение путем экранирования объекта от окружающих источников высокой температуры.
- Для объектов с более высокой температурой по возможности используйте инструменты с меньшей длиной волны.
- При работе с полупрозрачными материалами, такими как пластиковая пленка и стекло, убедитесь, что фон является однородным и имеет более низкую температуру, чем объект.
- Держите инструмент перпендикулярно поверхности, когда коэффициент излучения меньше 0,9. Во всех случаях углы не должны превышать 30 градусов от падения.



# Приложение D

## Технические характеристики

### Термальные

Диапазон температур .....	-10 °C - 350 °C (14 °F - 662 °F)
Тип детектора .....	решетка термозащитных элементов в фокальной плоскости (80 x 60)
Погрешность .....	± 2 °C или 2 % (какая больше)
Повторяемость .....	± 1 % или ± 1 °C (± 2 °F) в соответствии с наибольшим значением
Разность температур шумовой эквивалентной схемы (температурная чувствительность) .....	200 мК
Показания температуры .....	0,1 °C или 0,2 °F

### Оптические

Поле зрения (FOV) .....	Прямоугольное. 20° по горизонтали x 15° по вертикали
Минимальный диаметр .....	8,1 мм (0,32 дюйма) при 61 см (24 дюйма)
Оптическое разрешение (P:P) .....	75:1 или выше
Спектральный диапазон .....	7,5 – 14 мкм
Наведение .....	Одиночный лазер (IEC 825/93 класс II, FDA LFR 1040.10 класс II)
Мгновенное поле обзора .....	4,4 миллирадиан

### Управление

Фокус .....	От 61 см (24 дюйма) до бесконечности
Шкала температур .....	°C или °F по выбору
Палитры .....	Оригинальный, Серый, Многоцветный (По умолчанию), Ironbow, Серый возвр.
Режимы измерения .....	Автоматическое или ручное
ЖК с подсветкой .....	Вкл./Выкл. по выбору

### Эксплуатационные характеристики

Регулируемый коэффициент излучения .....	От 0,10 до 1,00 с шагом 0,01
Жидкокристаллический дисплей .....	70,5 мм (2,78 дюйма) x 53,5 мм (2,1 дюйма)
Температура отражения фона .....	От -50 °C до 905 °C (от -58 °F до 1661 °F)
Рабочая температура окружающей среды .....	От 0 °C до 50 °C (от 32 °F до 122 °F)
Относительная влажность .....	От 10 до 90 % без конденсации
Температура хранения .....	От -25 °C до 70 °C (от -13 °F до 158 °F) без батарей
Емкость памяти .....	50 изображений

### Электрические характеристики

Питание .....	Блок аккумуляторных батарей (включено)
Ресурс батареи .....	3 часа непрерывного использования
Время зарядки аккумуляторной батареи .....	2 часа в Imageg, 1 час в зарядном устройстве (или пока не загорится зеленый светодиод)
Передача данных .....	Интерфейс USB, время передачи – 25 секунд для 50 термограмм

## **Ti20**

### *Руководство пользователя*

---

Устройство хранения данных..... Flash-ПЗУ

#### **Прочее**

Масса ..... 1,2 кг

Ударопрочность ..... Полупериод, 11 мс, 30 г макс. для MIL-PRF-28800F

Вибрация ..... Произвольная  
6 G

Синусоидальная  
MIL-PRF-28800, Параграф 4.5.5.3.1, Класс 2

ЭМС..... EN 61326-1