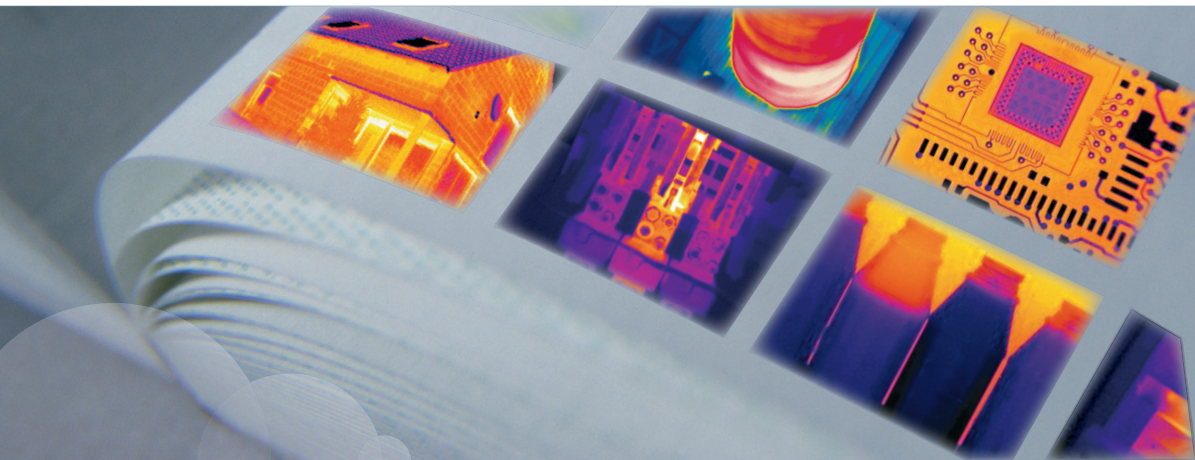




# Руководство пользователя



## FLIR Exx series

Publ. No.	T559664
Revision	a572
Language	Russian (RU)
Issue date	November 7, 2011



---

# *Руководство пользователя*



---

## Ограниченная гарантия

На все изделия, изготавливаемые FLIR Systems, действует гарантия в отношении дефектов материалов и изготовления в течение одного (1) года с момента доставки первоначальной покупки при условии, что такие изделия хранились, эксплуатировались и обслуживались в нормальных условиях и в соответствии с инструкциями FLIR Systems.

Компания FLIR Systems гарантирует, что изготавливаемые ею неохлаждаемые ручные инфракрасные камеры не будут иметь дефектов материалов и изготовления в течение двух (2) лет со дня доставки первоначальному покупателю, при условии, что изделия находились в нормальных условиях хранения, использования и обслуживания в соответствии с инструкцией FLIR Systems, и при условии, что камера была зарегистрирована в течение 60 дней с момента первоначальной покупки.

Компания FLIR Systems гарантирует, что изготавливаемые ею детекторы для неохлаждаемых ручных инфракрасных камер не будут иметь дефектов материалов и изготовления в течение десяти (10) лет со дня доставки первоначальному покупателю, при условии, что изделия находились в нормальных условиях хранения, использования и обслуживания в соответствии с инструкцией FLIR Systems, и при условии, что камера была зарегистрирована в течение 60 дней с момента первоначальной покупки.

Изделия, не произведенные FLIR Systems, но включенные в состав систем, поставляемых компанией FLIR Systems первоначальному покупателю, имеют гарантию, если таковая предусматривается, лишь конкретного поставщика. Компания FLIR Systems не несет никакой ответственности за такие изделия.

Настоящая гарантия распространяется лишь на первоначального покупателя и не подлежит передаче. Она не распространяется на любое изделие, которое неправильно эксплуатировалось, подвергалось неправильному обращению, пострадало при происшествии или работало в недопустимом режиме. Данная гарантия не распространяется на расходные материалы и детали разового применения.

В случае возникновения в изделии неисправности, на которую распространяется эта гарантия, изделие не должно дальше эксплуатироваться для предотвращения дополнительного повреждения. Покупатель должен незамедлительно известить компанию FLIR Systems относительно любой неисправности, в противном случае данная гарантия теряет силу.

Компания FLIR Systems по своему усмотрению будет бесплатно ремонтировать или заменять любое такое неисправное изделие, если проверка покажет, что имеет место дефект в материале или некачественное изготовление, и при условии, что изделие возвращается компании FLIR Systems в течение указанного периода в один год.

Компания FLIR Systems не имеет никакого иного обязательства или обязанности, касающихся дефектов, кроме указанного выше.

Никакие другие гарантии не оговариваются и не подразумеваются. Компания FLIR Systems, в частности, не признает подразумеваемую гарантию пригодности для продажи и пригодности для конкретной цели.

Компания FLIR Systems не должна нести ответственности за любые прямые, косвенные, специальные, побочные или воследовавшие убытки, независимо от того, основываются ли они на соглашении, деликтном требовании или на любом ином правовом основании.

Действие настоящей гарантии определяется законодательством Швеции.

Любые споры, разногласия или требования, возникающие из или касающиеся настоящей гарантии, подлежат окончательному разрешению в арбитраже в соответствии с регламентом Арбитражного института Торговой палаты г. Стокгольма. Местом проведения арбитража является г. Стокгольм. Языком арбитражного производства является английский.

## Постановления правительства США

- Для экспорта/реэкспорта и передачи описываемых в документации для пользователей изделий может потребоваться разрешение правительства. За дополнительной информацией обращайтесь в компанию FLIR Systems.
- В зависимости от условий вашего лицензионного соглашения и способа экспорта объективы могут быть постоянно зафиксированы на камерах при поставке клиентам за пределы США. Сменные объективы попадают под юрисдикцию министерства иностранных дел США.

## Авторское право

© 2011, FLIR Systems. Все права защищены по всему миру. Никакие части программного обеспечения, включая исходную программу, не могут быть воспроизведены, переданы, преобразованы или переведены на любой язык или на язык программирования в любой форме или любым способом – электронным, магнитным, оптическим, ручным или иным путем – без предварительного письменного разрешения со стороны компании FLIR Systems.

Настоящую документацию целиком или по частям запрещается копировать, фотокопировать, воспроизводить, переводить или передавать в любой электронный носитель или преобразовывать в вид, пригодный для машинного считывания, без предварительного письменного разрешения со стороны компании FLIR Systems.

Названия и знаки на изделии являются либо зарегистрированными товарными знаками или торговыми марками компании FLIR Systems и/или ее филиалов. Все прочие торговые марки, торговые названия или названия компаний, на которые здесь имеются ссылки, используются лишь для идентификации и являются собственностью соответствующих владельцев.

## Гарантия качества

Данные изделия разработаны и изготовлены в соответствии с требованиями системы управления качеством, аттестованной по стандарту ISO 9001.

Компания FLIR Systems. проводит политику постоянного совершенствования; в связи с этим мы оставляем за собой право вносить изменения и усовершенствования в любое из описанных в данной инструкции изделий без предварительного уведомления.



---

## Патенты

Один или несколько из следующих патентов или патентов на промышленный образец относятся к продуктам и/или характеристикам, описанным в настоящем Руководстве:

0002258-2; 000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 000889290; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 0101577-5; 0102150-0; 0200629-4; 0300911-5; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1188086; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1365299; 1402918; 1404291; 1678485; 1732314; 200530018812.0; 200830143636.7; 2106017; 235308; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 518836; 60004227.8; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 75530; 7667198; 7809258; 7826736; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; DI6702302-9; DI6703574-4; DI6803572-1; DI6803853-4; DI6903617-9; DM/057692; DM/061609; ZL00809178.1; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200830128581.2; ZL200930190061.9

## EULA Terms

- You have acquired a device ("INFRARED CAMERA") that includes software licensed by FLIR Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates ("MS"). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and "online" or electronic documentation ("SOFTWARE") are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT ("EULA"), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT FLIR Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. **ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).**
- **GRANT OF SOFTWARE LICENSE.** This EULA grants you the following license:
  - You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
  - **NOT FAULT TOLERANT.** THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. FLIR Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON FLIR Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.
  - **NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided "AS IS" and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**
  - No Liability for Certain Damages. **EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S.\$250.00).**
  - **Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
  - **SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
  - **EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see <http://www.microsoft.com/exporting/>.



---

# Содержание

<b>1</b>	<b>Предупреждения</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Важная информация для пользователей</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Поддержка пользователей</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Обновления документации</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Важное примечание относительно данного руководства</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Списки деталей</b>	<b>10</b>
6.1	Комплект поставки	10
6.2	Список аксессуаров и услуг	10
<b>7</b>	<b>Руководство по немедленному использованию</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>Детали камеры</b>	<b>14</b>
8.1	Вид камеры справа	14
8.2	Вид камеры слева	15
8.3	ЖК-дисплей и клавиатура	16
8.4	Вид снизу	18
8.5	Светодиодный индикатор состояния аккумулятора	19
8.6	Светодиодный индикатор питания	20
8.7	Лазерный целеуказатель	21
<b>9</b>	<b>Элементы дисплея</b>	<b>23</b>
<b>10</b>	<b>Правила пользования системой меню</b>	<b>24</b>
<b>11</b>	<b>Подключение внешних устройств и носителей информации</b>	<b>25</b>
<b>12</b>	<b>Сопряжение устройств Bluetooth</b>	<b>27</b>
<b>13</b>	<b>Настройка Wi-Fi</b>	<b>28</b>
<b>14</b>	<b>Работа с камерой</b>	<b>30</b>
14.1	Включение камеры	30
14.2	Выключение камеры	30
14.3	Ручная настройка фокуса инфракрасной камеры	31
14.4	Управление лазерным целеуказателем	32
<b>15</b>	<b>Работа с изображениями</b>	<b>33</b>
15.1	Сохранение изображения	33
15.2	Предварительный просмотр изображений	34
15.3	Открытие изображения	35
15.4	Настройка инфракрасного изображения	36
15.5	Изменение палитры	39
15.6	Удаление изображения	40
15.7	Удаление всех изображений	41
15.8	Создание отчета в формате PDF в камере	42
<b>16</b>	<b>Работа с изображением в режиме картинка-в-картинке и тепловое слияние</b>	<b>43</b>

<b>17</b>	<b>Работа с инструментами измерений</b> .....	47
17.1	Размещение измерительных инструментов: точки, области и пр. ....	47
17.2	Размещение измерительного инструмента: изотермы .....	48
17.3	Перемещение или изменение размера измерительного инструмента .....	50
17.4	Создание и настройка функции определения различий .....	51
17.5	Изменение параметров объекта .....	52
<b>18</b>	<b>Выборка данных из внешних датчиков Extech</b> .....	54
18.1	Типичная процедура измерения и документирования влажности .....	56
<b>19</b>	<b>Работа с изотермами</b> .....	57
19.1	Строительные изотермы .....	57
<b>20</b>	<b>Добавление аннотаций к изображениям</b> .....	59
20.1	Получение цифровых фотоснимков .....	60
20.2	Создание голосовых аннотаций .....	61
20.3	Создание текстовых аннотаций .....	62
20.4	Создание таблицы .....	63
<b>21</b>	<b>Запись видеоклипов</b> .....	65
<b>22</b>	<b>Изменение настроек</b> .....	66
<b>23</b>	<b>Чистка камеры</b> .....	67
23.1	Корпус камеры, кабели и другие принадлежности .....	67
23.2	Инфракрасный объектив .....	68
23.3	Инфракрасный детектор .....	69
<b>24</b>	<b>Технические данные</b> .....	70
<b>25</b>	<b>Масштабные чертежи</b> .....	71
25.1	Размеры камеры, вид спереди (1) .....	71
25.2	Размеры камеры, вид спереди (2) .....	72
25.3	Размеры камеры, вид сбоку (1) .....	73
25.4	Размеры камеры, вид сбоку (2) .....	74
25.5	Размеры камеры, вид сбоку (3) .....	75
25.6	Инфракрасный объектив (30 мм/15°) .....	76
25.7	Инфракрасный объектив (10 мм/45°) .....	77
25.8	Аккумулятор (1) .....	78
25.9	Аккумулятор (2) .....	79
25.10	Аккумулятор (3) .....	80
25.11	Зарядное устройство (1) .....	81
25.12	Зарядное устройство (2) .....	82
25.13	Зарядное устройство (3) .....	83
25.14	Зарядное устройство (4) .....	84
<b>26</b>	<b>Примеры использования</b> .....	85
26.1	Повреждение при действии влажности и воды .....	85
26.2	Дефектный контакт в розетке .....	86
26.3	Окисление контактов розетки .....	87
26.4	Дефекты теплоизоляции .....	88
26.5	Сквозняк .....	89
<b>27</b>	<b>О компании FLIR Systems</b> .....	90

---

27.1	Не только камеры .....	92
27.2	Мы делимся своими знаниями .....	92
27.3	Техническая поддержка пользователей продукции .....	92
27.4	Несколько фотографий с наших заводов .....	93
<b>28</b>	<b>Глоссарий .....</b>	<b>95</b>
<b>29</b>	<b>Техника термографических измерений .....</b>	<b>100</b>
29.1	Вступление .....	100
29.2	Коэффициент излучения .....	100
29.2.1	Определение значения коэффициента излучения образца .....	101
29.2.1.1	Шаг 1: определение видимой отраженной температуры .....	101
29.2.1.2	Шаг 2: определение коэффициента излучения .....	103
29.3	Видимая отраженная температура .....	104
29.4	Расстояние .....	104
29.5	Относительная влажность .....	105
29.6	Другие параметры .....	105
<b>30</b>	<b>История инфракрасной технологии .....</b>	<b>106</b>
<b>31</b>	<b>Теория термографии .....</b>	<b>111</b>
31.1	Вступление .....	111
31.2	Спектр электромагнитного излучения .....	111
31.3	Излучение черного тела .....	112
31.3.1	Закон Планка .....	113
31.3.2	Закон смещения Вина .....	115
31.3.3	Закон Стефана-Больцмана .....	116
31.3.4	Излучатели, не являющиеся черными телами .....	117
31.4	Полупрозрачные для инфракрасных лучей материалы .....	120
<b>32</b>	<b>Формула для обработки результатов измерений .....</b>	<b>121</b>
<b>33</b>	<b>Таблицы коэффициентов излучения .....</b>	<b>128</b>
33.1	Список литературы .....	128
33.2	Важное примечание по таблицам коэффициентов излучения .....	129
33.3	Таблицы .....	129



**ОСТОРОЖНО**

- (Относится только к цифровым устройствам класса А.) Это оборудование генерирует, использует и может излучать энергию в радиодиапазоне и при установке и применении с нарушением инструкций по технической эксплуатации может создавать помехи для радиосвязи. Испытания показали, что оборудование соответствует требованиям, предъявляемым к вычислительной технике класса А и изложенным в подразделе J части 15 Правил FCC, которые обеспечивают достаточную защиту от таких помех при эксплуатации оборудования в коммерческой среде. Если это оборудование используется в жилой зоне, возникновение радиопомех весьма вероятно, и в этом случае пользователю придется обеспечить все необходимые меры по защите от радиопомех за свой счет.
- (Относится только к цифровым устройствам класса В.) Данное оборудование было протестировано и признано соответствующим требованиям, предъявляемым цифровым устройствам класса В в соответствии с частью 15 норм FCC. Эти ограничения разработаны для обеспечения приемлемого уровня защиты от вредных помех в жилой зоне. Данное оборудование генерирует, использует и может излучать радиочастотную энергию и, если оно установлено и используется не так, как указано в данной инструкции, может вызывать вредные помехи при использовании радиосвязи. Однако нет никакой гарантии, что помехи не будут иметь место при конкретной установке. Если данное оборудование порождает помехи в работе радиоприемника или телевизора (что определяется путем включения/выключения данного оборудования), пользователь может попытаться устранить помехи одним из предложенных ниже способов:
  - Изменить ориентацию или местоположение приемной антенны.
  - Увеличить расстояние между оборудованием и приемником.
  - Подсоединить оборудование к розетке той электрической цепи, к которой не подключен приемник.
  - Проконсультироваться со своим поставщиком или опытным специалистом по радио/телевизионному оборудованию.
- (Относится только к цифровым устройствам, указанным в 15.19/RSS-210.) **ПРИМЕЧАНИЕ:** Данное устройство соответствует части 15 норм FCC и RSS-210 министерства промышленности Канады. Эксплуатация устройства должна выполняться при следующих двух условиях:
  - 1 данное устройство не должно производить вредные помехи, и
  - 2 данное устройство должно принимать любые помехи, включая помехи, вызываемые неправильной эксплуатацией.
- (Относится только к цифровым устройствам, указанным в 15.21.) **ПРИМЕЧАНИЕ:** Изменения или модификации данного оборудования в прямой форме, не одобренные (название производителя), могут привести к отзыву разрешения FCC на эксплуатацию данного оборудования.
- (Относится только к цифровым устройствам, указанным в 2.1091/2.1093/OET Bulletin 65.) **Информация о радиоизлучении:** Излучаемая выходная мощность устройства намного меньше предельных значений разрешенного радиоизлу-

чения по нормам FCC. Тем не менее устройство должно использоваться таким образом, чтобы при нормальной эксплуатации сократить воздействие на человека до возможного минимума.

- (Относится только к камерам с лазерным целеуказателем) Не смотрите прямо в направлении лазерного луча. Луч лазера может привести к раздражению органов зрения.
- Относится только к камерам с аккумулятором:
  - Запрещается разбирать аккумулятор или вносить изменения в его конструкцию. Аккумулятор снабжен устройствами защиты и обеспечения безопасности, при повреждении которых возможен перегрев аккумулятора, что может стать причиной возгорания или взрыва.
  - Если жидкость, вытекшая из аккумулятора, попала в глаза, ни в коем случае не следует тереть глаза. Хорошо промойте их водой и немедленно обратитесь за медицинской помощью. В противном случае аккумуляторная жидкость может стать причиной серьезных травм органов зрения.
  - Не рекомендуется продолжать зарядку аккумулятора, если он полностью не заряжается в течение времени зарядки, указанного в технической документации. Продолжение процесса зарядки может привести к перегреву аккумулятора, что может стать причиной возгорания или взрыва.
  - Используйте только рекомендуемые аппаратные средства для разрядки аккумулятора. Использование других, отличных от рекомендуемых, средств снижает эксплуатационные качества и сокращает срок службы аккумулятора. Если вы не используете предписанную аппаратуру, возможно протекание не соответствующего спецификации тока в цепи аккумулятора. Это может привести к перегреву аккумулятора, что может стать причиной взрыва и травм людей.
- Перед использованием каких-либо жидкостей вы должны внимательно прочесть указания по технике безопасности и предупреждающие надписи на упаковке. Некоторые жидкости опасны для здоровья.

---

## ВНИМАНИЕ

- Не направляйте инфракрасную камеру (с установленной крышкой объектива или без нее) на мощные источники энергии, например на устройства, испускающие лазерное излучение, или на солнце. Это может привести к нежелательным изменениям точностных характеристик камеры. Возможно также повреждение детектора камеры.
- Не используйте камеру при температурах выше +50°C, если не указано иначе в документации для пользователей. Высокие температуры могут повредить камеру.
- (Относится только к камерам с лазерным целеуказателем) Если вы не пользуетесь лазерным целеуказателем, закройте его защитной крышкой.
- Относится только к камерам с аккумулятором:
  - Не крепите аккумуляторы непосредственно к автомобильному прикуривателю без специального адаптера для подключения аккумуляторов к прикуривателю компании FLIR Systems.
  - Не соединяйте положительный и отрицательный полюса аккумулятора между собой посредством каких-либо металлических предметов (например, отрезком провода).
  - Не допускайте попадания на аккумулятор пресной или соленой воды и не подвергайте его воздействию влаги.



- Не протыкайте аккумулятор какими-либо предметами. Не стучите по аккумулятору молотком. Не наступайте на аккумулятор и не подвергайте его сильным ударам и тряске.
- Не помещайте аккумуляторы в огонь или рядом с ним, а также не подвергайте их воздействию прямых солнечных лучей. При повышении температуры аккумулятора срабатывает встроенное устройство защиты, которое может прекратить процесс его зарядки. Перегрев аккумулятора может привести к выходу из строя встроенного устройства защиты, что чревато дальнейшим повышением температуры, повреждением или возгоранием аккумулятора.
- Не добивайтесь повышения температуры аккумулятора с помощью огня или других источников тепла.
- Не помещайте аккумулятор в огонь, на плиту и другие высокотемпературные поверхности или рядом с ними.
- Не прикаивайте ничего непосредственно к аккумулятору.
- Не используйте аккумулятор при наличии таких признаков, как необычный запах, высокая температура, деформации, изменение цвета и др., во время эксплуатации, зарядки или хранения аккумулятора. Свяжитесь с поставщиком при появлении одного или нескольких из указанных признаков.
- Для зарядки аккумулятора пользуйтесь только рекомендуемым зарядным устройством.
- Диапазон допустимых температур для зарядки аккумулятора: от  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ , если не указано иначе в документации для пользователей. Проведение зарядки аккумулятора при температурах, выходящих за пределы этого диапазона, может вызвать перегрев или разрушение аккумулятора. Это может привести также к снижению эксплуатационных качеств и сокращению срока службы аккумулятора.
- Диапазон допустимых температур для разрядки аккумулятора: от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , если не указано иначе в документации для пользователей. Использование аккумулятора при температурах, выходящих за пределы этого диапазона, может привести к снижению эксплуатационных качеств и сокращению срока службы аккумулятора.
- Когда аккумулятор выработал свой ресурс, изолируйте его контакты клейкой лентой или подобными материалами перед утилизацией.
- Прежде, чем устанавливать аккумулятор, удалите с него следы воды и влаги.
- Не используйте растворители и подобные им жидкости для чистки камеры, кабелей или других принадлежностей. Это может привести к повреждениям.
- При чистке инфракрасного объектива соблюдайте особую осторожность. Этот объектив имеет тонкое просветляющее покрытие.
- Не прилагайте чрезмерных усилий при чистке инфракрасного объектива. Вы можете повредить просветляющее покрытие.
- При использовании в печах и других высокотемпературных применениях требуется установить на камеру теплозащиту. Использование при высокой температуре без теплозащиты может привести к повреждению камеры.

- (Относится только к камерам с автоматическим затвором, который можно отключить.) Не допускается отключение автоматического затвора на продолжительный период времени (как правило не более 30 минут). Отключение камеры на более длительный период времени может нарушить работу детектора или непоправимо повредить его.
  - Характеристики герметизации действительны только если все отверстия камеры герметично закрыты соответствующими крышками, заслонками и колпачками. Это относится, помимо прочего, к отсекам для хранения данных, аккумуляторам и коннекторам.
-

---

## 2 Важная информация для пользователей

### Соглашения по полиграфическому оформлению

---

В настоящем Руководстве использованы следующие соглашения по полиграфическому оформлению

- **Полужирный шрифт** используется для наименований меню, команд меню, а также для наименований значков и кнопок выбора в диалоговых окнах.
- *Курсив* используется в тексте для выделения важной информации.
- **Моношрифт** используется для примеров кода.
- **ВЕРХНИЙ РЕГИСТР** используется для указания наименований клавиш и кнопок камеры.

### Форумы пользователей

---

На наших форумах пользователей специалисты по термографии могут обмениваться идеями, обсуждать проблемы и их решения с коллегами со всего мира. Чтобы принять участие в работе форумов, посетите сайт:

<http://www.infraredtraining.com/community/boards/>

### Калибровка

---

(Это замечание относится только к камерам со встроенными функциями измерения.)

Настоятельно рекомендуется не реже одного раза в год отправлять камеру на калибровку. Для получения сведений о пунктах технического обслуживания камеры обратитесь в местное торговое представительство.

### Точность

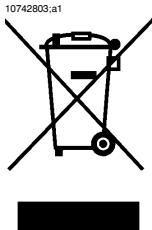
---

(Это замечание относится только к камерам со встроенными функциями измерения.)

Чтобы обеспечить наилучшие результаты по точности, рекомендуется производить измерения температуры не ранее 5 минут после включения камеры.

Для камер с охлаждением детектора механическим охладителем в этот промежуток времени не входит время охлаждения детектора.

**Утилизация  
электронного  
оборудования**



Как и большинство электронных устройств, эта аппаратура должна быть утилизирована без нанесения вреда окружающей среде и в соответствии с существующими правилами по утилизации электронного оборудования.

Для получения дополнительной информации обращайтесь к своему представителю компании FLIR Systems.

**Подготовка  
специалистов**

Информацию о курсах обучения специалистов по инфракрасной технологии см. на сайте:

- <http://www.infraredtraining.com>
- <http://www.irtraining.com>
- <http://www.irtraining.eu>

---

# 3 Поддержка пользователей

---

## Общее

Для получения поддержки посетите сайт:

<http://support.flir.com>

---

## Задать вопрос

Чтобы задавать вопросы специалистам отдела поддержки пользователей, необходимо быть зарегистрированным пользователем. Регистрация через Интернет занимает всего несколько минут. Для самостоятельного поиска нужной информации в разделе вопросов и ответов регистрация не требуется.

При обращении с вопросом в отдел технической поддержки необходимо быть готовым представить следующую информацию:

- Модель камеры
  - Заводской номер камеры
  - Протокол или способ связи между камерой и компьютером (например, HDMI, Ethernet, USB™, или FireWire™)
  - Операционная система, установленная на ПК
  - Версию Microsoft® Office
  - Полное наименование, номер публикации и редакцию Руководства пользователя
- 

## Загрузки

На сайте помощи клиентам можно загрузить следующее:

- Обновления встроенной программы для Вашей инфракрасной камеры
  - Обновления программ для ПО Вашего ПК
  - Документация для пользователей
  - Истории заявок
  - Технические публикации
-

---

# 4

## Обновления документации

---

### Общее

Наши руководства обновляются несколько раз в год. Мы также выпускаем на регулярной основе важные уведомления об изменениях в продукции.

Последние руководства и обновления приведены на вкладке Download по адресу:

<http://support.flir.com>

Регистрация через Интернет занимает всего несколько минут. В области загрузки вы также найдете последние выпуски руководств для других видов продукции, а также руководства по нашим историческим и более не выпускаемым видам продукции.

---

---

# 5 Важное примечание относительно данного руководства

## Общее

---

Компания FLIR Systems выпускает общие руководства, посвященные нескольким отдельным моделям камер, входящим в модельный ряд.

Это значит, что данное руководство может содержать описания и пояснения, которые не относятся к конкретной модели камеры.

---

## ПРИМЕЧАНИЕ

Компания FLIR Systems оставляет за собой право в любое время прекращать выпуск моделей, деталей, ПО, дополнительного оборудования и принадлежностей или изменять характеристики без предварительного уведомления.

---

---

## 6 Списки деталей

### 6.1 Комплект поставки

- Инфракрасная камера с объективами
- Жесткий транспортировочный футляр
- Аккумулятор (2\*)
- Зарядное устройство\*
- Гарнитура Bluetooth\*
- Сертификат калибровки
- Загрузка брошюры
- Компакт-диск с программными инструментами FLIR для ПК
- Ручной ремень
- Крышка объектива
- Карта памяти
- Блок питания с несколькими вилками
- Печатное Руководство по началу работы
- Печатное руководство с важной информацией
- Брошюра по обслуживанию и обучению
- USB-кабель
- Компакт-диск с документацией для пользователей
- Видеокабель
- Карта расширения гарантии или регистрационная карта

\* В зависимости от модели камеры/заказанной конфигурации.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Компания FLIR Systems оставляет за собой право в любое время прекращать выпуск моделей, деталей, дополнительного оборудования и принадлежностей или изменять характеристики без предварительного уведомления.

---

### 6.2 Список аксессуаров и услуг

- 1196497 Набор адаптеров для прикуривателя 12 В, 1,2 м
- 1196960 ИК-объектив  $f = 10$  мм,  $45^\circ$  с футляром
- 1196961 ИК-объектив  $f = 30$  мм,  $15^\circ$  с футляром
- 1910423 кабель USB, станд. A <-> Mini-B
- 1910582 Видеокабель
- APP-10000 Программа FLIR Viewer (приложение для iPad/iPhone)
- DSW-10000 Программа FLIR IR Camera Player
- ITC-ADV-3011 Курс ITC Advanced Building – посещение для одного человека
- ITC-ADV-3019 Курс ITC Advanced Building – посещение для группы из 10 человек
- ITC-ADV-3021 Курс ITC Advanced General Thermography – посещение для одного человека



- ITC-ADV-3029 Курс ITC Advanced General Thermography посещение для группы из 10 человек
- ITC-CER-5101 Курс ITC Thermography Course (1 уровень) посещение для одного человека
- ITC-CER-5105 Курс ITC Thermography Course (1 уровень) посещение для одного дополнительного человека на объекте
- ITC-CER-5109 Курс ITC Thermography Course (1 уровень) посещение для группы из 10 человек
- ITC-CER-5201 Курс ITC Thermography Course (2 уровень) посещение для одного человека
- ITC-CER-5205 Курс ITC Thermography Course (2 уровень) посещение для одного дополнительного человека на объекте
- ITC-CER-5209 Курс ITC Thermography Course (2 уровень) посещение для группы из 10 человек
- ITC-EXP-1001 ITC Training (1 день) посещение для одного человека
- ITC-EXP-1009 ITC Training (1 день) посещение для 10 человек
- ITC-EXP-1011 ITC Short course Introduction to thermography (1 день) посещение для одного человека
- ITC-EXP-1019 ITC Short course Introduction to thermography (1 день) посещение для 10 человек
- ITC-EXP-1021 ITC In-house training (в день) для одного дополнительного человека
- ITC-EXP-1029 ITC In-house training (в день) группа до 10 человек
- ITC-EXP-2001 ITC Training (2 дня) посещение для одного человека
- ITC-EXP-2009 ITC Training (2 дня) группа до 10 человек
- ITC-EXP-2011 ITC Short course building thermography (2 дня) посещение для одного человека
- ITC-EXP-2019 ITC Short course building thermography (2 дня) посещение для 10 человек
- ITC-EXP-2061 ITC Short course HVAC and plumbing (2 дня) посещение для 1 человека
- ITC-EXP-2069 ITC Short course HVAC and plumbing (2 дня) посещение для 10 человек
- ITC-EXP-3001 ITC Training (3 дня) посещение для одного человека
- ITC-EXP-3009 ITC Training (3 дня) группа до 10 человек
- ITC-SOW-0001 ITC Software course (в день) для одного человека
- ITC-SOW-0009 ITC Software course (в день) группа до 10 человек
- T127100 Солнечный щиток
- T197717 Профессиональный FLIR Reporter 8.5 SP3
- T197717L10 Профессиональный FLIR Reporter 8.5 SP3, 10 пользовательских лицензий

- T197717L5 Профессиональный FLIR Reporter 8.5 SP3, 5 пользовательских лицензий
- T197752 Батарея
- T197771 Гарнитура Bluetooth
- T197778 FLIR BuildIR 2.1
- T197778L10 FLIR BuildIR 2.1, 10 пользовательских лицензий
- T197778L5 FLIR BuildIR 2.1, 5 пользовательских лицензий
- T197926 Адаптер штатива
- T197935 Транспортировочный контейнер Exx
- T197965 FLIR Tools
- T198125 Зарядное устройство с блоком питания с несколькими вилками Exx
- T199837 Один год расширенной гарантии на серию Exx
- T199839 Общее обслуживание серии Exx
- T910737 Карта памяти микро-SD с адаптерами
- T910814 Блок питания с несколькими вилками
- T910972 EX845: Токовые клещи + ИК-терм-ТРМС 1000А пер./пост.ток
- T910973 MO297: Влагометр, бесштифтовый с памятью MO297

---

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Компания FLIR Systems оставляет за собой право в любое время прекращать выпуск моделей, деталей, дополнительного оборудования и принадлежностей или изменять характеристики без предварительного уведомления.


---

# 7

## Руководство по немедленному использованию

### Процедура

Выполните следующие действия, если вам требуется немедленно начать работу с камерой.

1	Вставьте аккумулятор в аккумуляторный отсек.
2	Перед первым включением камеры заряжайте аккумулятор в течение 4 часов или до тех пор, пока не начнет непрерывно светиться зеленый светодиод-индикатор состояния аккумулятора.
3	Вставьте карту памяти в слот для карты.
4	Включите камеру, нажав кнопку  .
5	Направьте камеру на изучаемый объект.
6	Сфокусируйте камеру, поворачивая кольцо фокусировки.
7	Полностью нажмите пусковую кнопку, чтобы напрямую сохранить изображение.
8	Чтобы перенести изображение на компьютер, выполните одно из следующих действий. <ul style="list-style-type: none"><li>■ Выньте из камеры карту памяти и вставьте ее в считывающее устройство, подключенное к компьютеру.</li><li>■ Подключите камеру к компьютеру посредством кабеля USB mini-B.</li></ul>
9	Перенесите изображение с карты памяти или из камеры, перетаскив его при помощи мыши.

### ПРИМЕЧАНИЕ

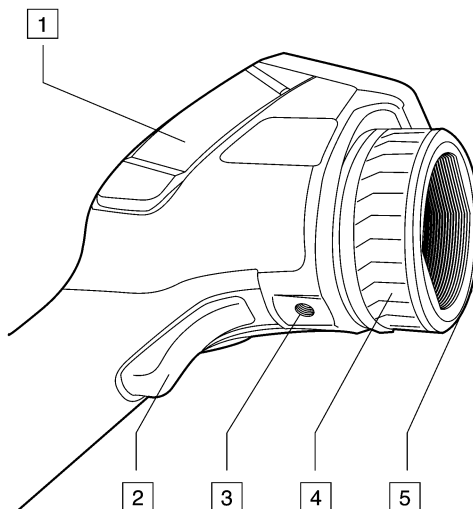
Можно также переместить изображения на компьютер с помощью программы FLIR Tools, которая поставляется вместе с камерой. В программе FLIR Tools можно анализировать изображения и создавать отчеты в формате PDF.

# 8 Детали камеры

## 8.1 Вид камеры справа

Рисунок

T638786.a1



Объяснение

Таблица содержит пояснения к рисунку:

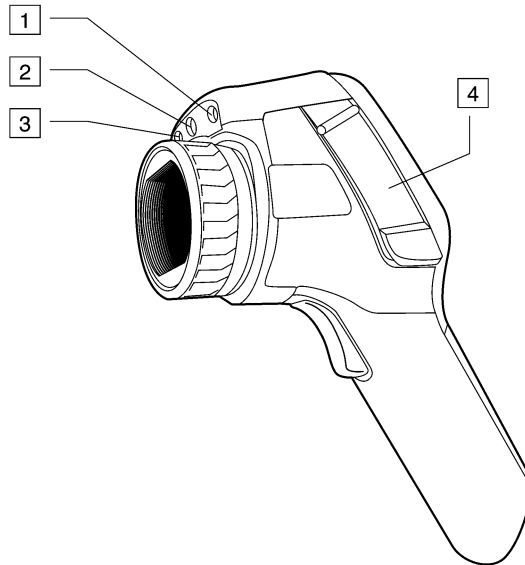
1	<p>Крышка отсека разъемов для правой руки:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ USB-A.</li><li>■ USB mini-B.</li><li>■ Питание.</li></ul> <p><b>Примечание:</b> Существует две модели контейнеров — из твердого пластика и из мягкой резины. На данном и последующих изображениях в руководстве показана модель из твердого пластика.</p>
2	Пусковая кнопка для предпросмотра/сохранения изображений.
3	Штативное гнездо. Необходим адаптер (дополнительный аксессуар).
4	Кольцо фокусировки.
5	Инфракрасный объектив.

## 8.2

## Вид камеры слева

Рисунок

Т638790.a1



Объяснение

Таблица содержит пояснения к рисунку:

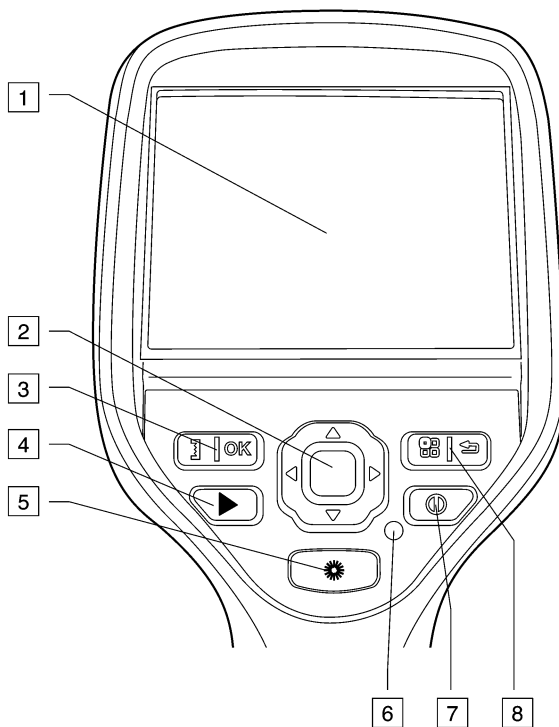
1	Лазерный целеуказатель.
2	Лампа цифровой камеры.
3	Цифровая фотокамера.
4	Крышка для разъемов и носителя информации: <ul style="list-style-type: none"><li>■ Карта памяти.</li><li>■ Вывод видео.</li></ul>

## 8.3

## ЖК-дисплей и клавиатура

Рисунок

Т638787.a2



Объяснение

Таблица содержит пояснения к рисунку:

1	Сенсорный ЖК-дисплей.
2	Навигационная панель.
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Кнопка подтверждения выбора.</li> <li>■ Кнопка переключения между автоматическим и ручными режимами настройки.</li> </ul>
4	Кнопка архивирования изображения.
5	Кнопка для управления лазерным целеуказателем.
6	Индикатор питания.
7	Кнопка on/off (Вкл./Выкл.).

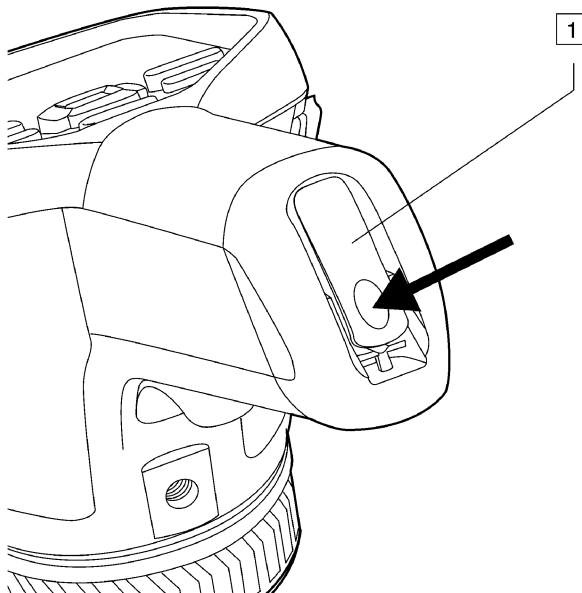
<b>8</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Кнопка отображения системы меню.</li><li>■ Кнопка Назад.</li></ul>
----------	--

## 8.4

## Вид снизу

Рисунок

T638785:а3



Объяснение

Таблица содержит пояснения к рисунку:

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Нажмите на фиксатор, чтобы открыть крышку аккумуляторного отсека. Нажмите для открытия. |
|---|---|

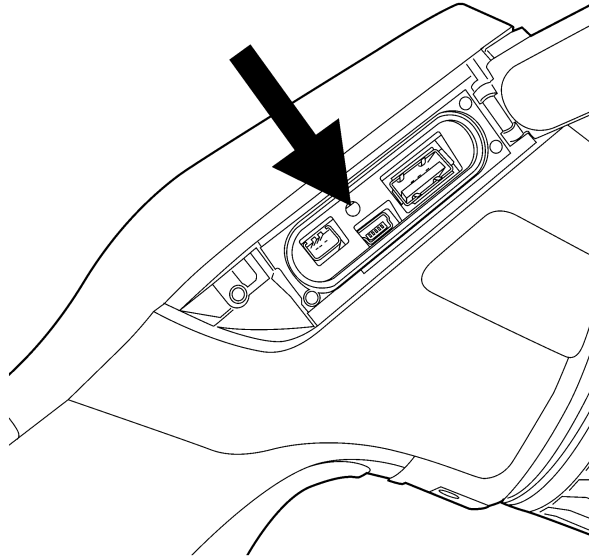


## 8.5

## Светодиодный индикатор состояния аккумулятора

Рисунок

T638791.a1



Объяснение

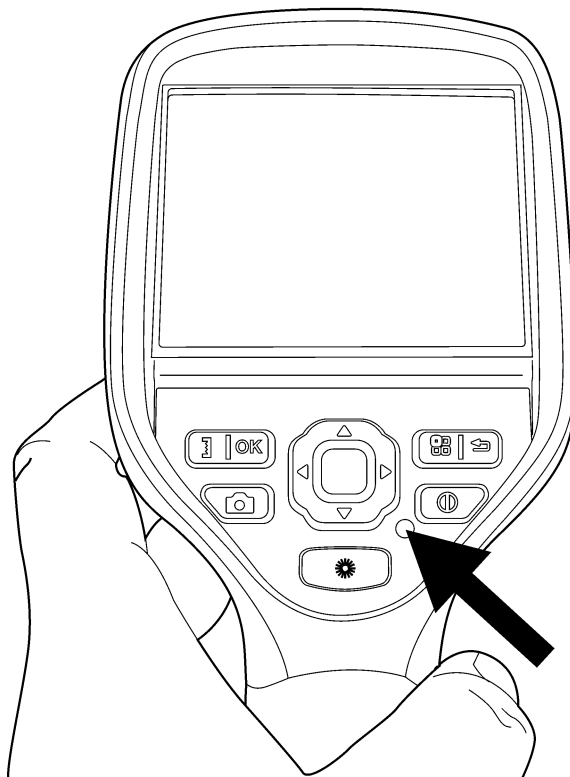
В этой таблице описана работа светодиодного индикатора состояния аккумулятора.

Вид сигнала	Пояснение
Зеленый светодиод мигает с частотой два раза в секунду.	Выполняется зарядка аккумулятора.
Зеленый светодиод горит непрерывно.	Аккумулятор заряжен полностью.

## 8.6 Светодиодный индикатор питания

Рисунок

T638781.a1



Объяснение

В этой таблице описана работа светодиодного индикатора питания.

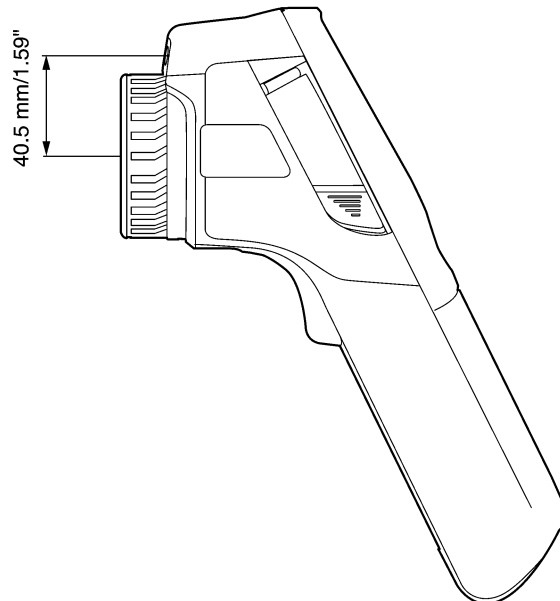
Вид сигнала	Пояснение
Светодиод не горит.	Камера выключена.
Светодиод горит синим цветом.	Камера включена.

## 8.7 Лазерный целеуказатель

**Общее** Камера снабжена лазерным целеуказателем. Если лазерный целеуказатель включен, то на цели можно увидеть лазерную точку.


**Рисунок** На рисунке показано взаимное расположение лазерного целеуказателя и оптического центра инфракрасного объектива.

T638771:a1



**ОСТОРОЖНО** Не смотрите прямо в направлении лазерного луча. Лазерное излучение может привести к раздражению органов зрения.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

- Когда лазерный целеуказатель включен, на дисплее появляется символ .
- В некоторые страны камера может поставляться с заблокированным лазерным целеуказателем.

**Предупреждающий знак лазерного излучения**

Предупреждающий знак о наличии лазерного излучения на корпусе камеры содержит следующую информацию:



**Правила использования источников лазерного излучения.**

Длина волны: 635 нм. Максимальная выходная мощность: 1 мВт.

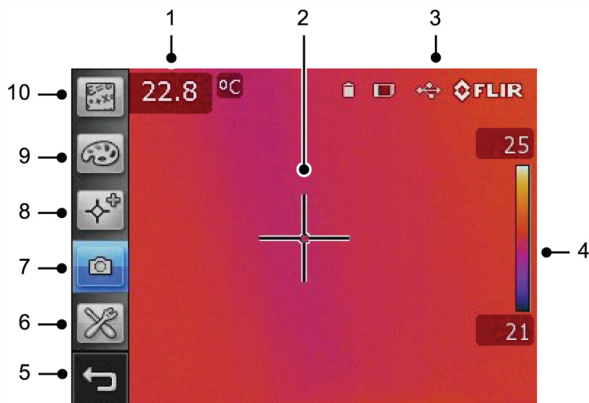
Данное изделие соответствует стандартам 21 CFR 1040.10 и 1040.11, за исключением отступлений согласно Laser Notice № 50 от 24 июня 2007 года.

---

# 9 Элементы дисплея

Рисунок

T638713:a4



Объяснение

Таблица содержит пояснения к рисунку:

1	Таблица результатов измерения.
2	Инструменты измерения (например, экспозиметр).
3	Значки состояния и режима.
4	Шкала температуры.
5	Кнопка Назад.
6	Режим настройки (камера, видео, установки)
7	Режим просмотра (инфракрасная камера, цифровая камера, тепловое спяние, картинка в картинке).
8	Инструменты измерения.
9	Цветовые палитры.
10	Параметры измерения.

Рисунок

Коснитесь экрана для отображения системы меню.

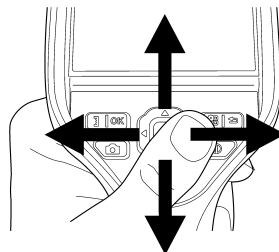
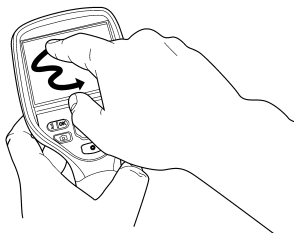
---

# 10 Правила пользования системой меню

Рисунок

T638777.a1

T638780.a1



Объяснение

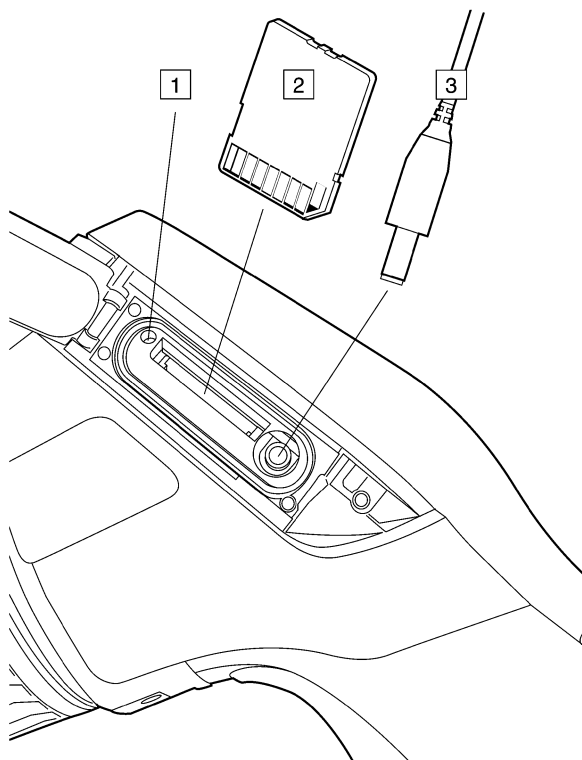
На приведенном выше рисунке изображены два способа навигации по системе меню камеры:

- Использование указательного пальца для навигации по системе меню (слева).
- Использование навигационной панели для навигации по меню (справа).

# 11 Подключение внешних устройств и носителей информации

Рисунок

T638789\_r4



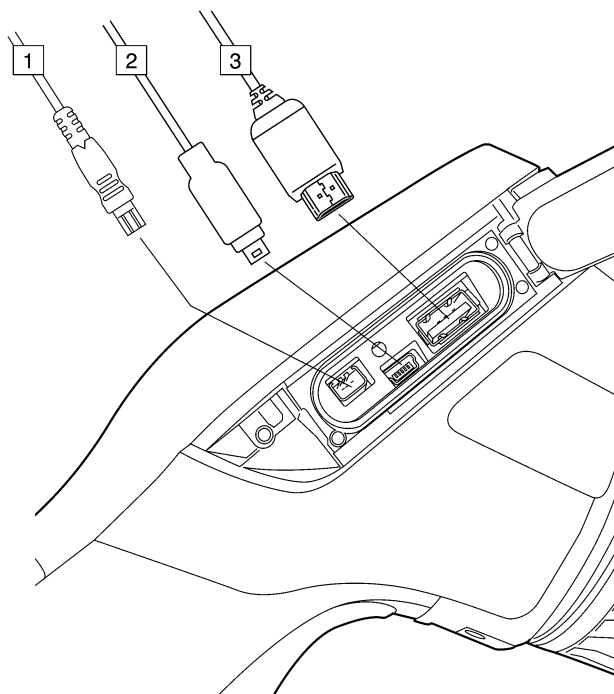
## Объяснение

Таблица содержит пояснения к рисунку:

1	Индикатор показывает, что карта памяти используется. <b>Примечание.</b> Когда индикатор светится, не вынимайте карту памяти.
2	Карта памяти (SD-карта)
3	Видеокабель.

Рисунок

T638788.a1



Объяснение

Таблица содержит пояснения к рисунку:

1	Шнур питания.
2	Кабель USB Mini-B (для подключения камеры к компьютеру).
3	Кабель USB-A (предназначен для подключения камеры к внешним устройствам, например карте памяти USB).




## Общее

Прежде, чем использовать устройство Bluetooth с камерой, необходимо соединить устройства попарно.

## Процедура

Выполните следующие действия:

1	Перейдите  (Режим), а затем выберите <b>Настройки</b> .
2	Откройте вкладку <b>Подключение</b> .
3	Активируйте <b>Bluetooth</b> . <b>Примечание.</b> Также необходимо активировать возможность подключения Bluetooth на внешнем устройстве.
4	Выберите <b>Добавить устройство Bluetooth</b> .
5	Выберите <b>Начать поиск устройств Bluetooth</b> и дождитесь отображения списка доступных устройств. На это потребуется приблизительно 15 секунд.
6	Выберите найденное устройство Bluetooth, чтобы добавить его. После этого устройство будет готово к использованию.

## ПРИМЕЧАНИЕ

- Добавлять можно несколько устройств.
- Чтобы удалить добавленное устройство, выберите его, а затем выберите **Удалить**.
- После добавления устройства MeterLink, например Extech MO297 или EX845, результат датчика будет отображен в таблице результатов измерения.
- После добавления гарнитуры Bluetooth ее можно использовать в режиме предварительного просмотра камеры.
- В режиме предварительного просмотра также возможно добавление значений моментальных снимков с устройств MeterLink.

## Общее



В зависимости от конфигурации камеры, можно подключить камеру к беспроводной локальной сети (WLAN) с помощью технологии Wi-Fi либо позволить камере предоставить доступ Wi-Fi другому устройству.

Камеру можно подключить следующими двумя способами.

- *Самый распространенный способ*: установка однорангового соединения (также называется сетью *компьютер-компьютер* или *P2P*). Данный метод преимущественно используется с другими устройствами, такими как iPhone, iPad и т. д.
- *Реже используемый способ*: подключение камеры к беспроводной локальной сети.


Настройка однорангового соединения (*самый распространенный способ*)


Выполните следующие действия:

1	Перейдите  (Режим), а затем выберите <b>Настройки</b> .
2	Откройте вкладку <b>Подключение</b> .
3	В разделе Wi-Fi выберите <b>Подключить устройство</b> .
4	Выберите <b>Настройки Wi-Fi</b> .
5	<p>Введите значения для следующих параметров.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>SSID</b> (имя сети).</li> <li>■ <b>Канал</b> (канал, на который настроено другое устройство).</li> <li>■ <b>Шифрование</b> (алгоритм шифрования, например, без шифрования или WEP).</li> <li>■ <b>Ключ</b> (ключ доступа к сети).</li> <li>■ <b>Адрес</b> (IP-адрес сети).</li> <li>■ <b>Шлюз</b> (IP-адрес шлюза сети).</li> </ul> <p><b>Примечание:</b> Данные параметры устанавливаются для сети камеры. Внешнее устройство будет использовать их для подключения к сети.</p>
6	Нажмите  для подтверждения выбора.

Подключение камеры к беспроводной локальной сети (*реже используемый способ*)

Выполните следующие действия:

1	Перейдите  (Режим), а затем выберите <b>Настройки</b> .
2	Откройте вкладку <b>Подключение</b> .
3	В разделе Wi-Fi выберите <b>Подключить к беспроводной сети</b> .
4	Выберите <b>Настройки Wi-Fi</b> .

5	Выберите одну из доступных сетей. Для подключения к сетям, защищенным паролем (обозначены значком замка), потребуется ввести ключ доступа.
6	Нажмите  для подтверждения выбора.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Некоторые сети не обнаруживают своего существования для других устройств. Для подключения к таким сетям выберите **Добавить вручную** и установите все параметры вручную в соответствии с настройками этой сети.


---

# 14 Работа с камерой

## 14.1 *Включение камеры*

Процедура

---


Чтобы включить камеру, нажмите и отпустите кнопку .

---

## 14.2 *Выключение камеры*

Процедура

---

Для выключения камеры нажмите и удерживайте кнопку  более 0,2 секунды.

---

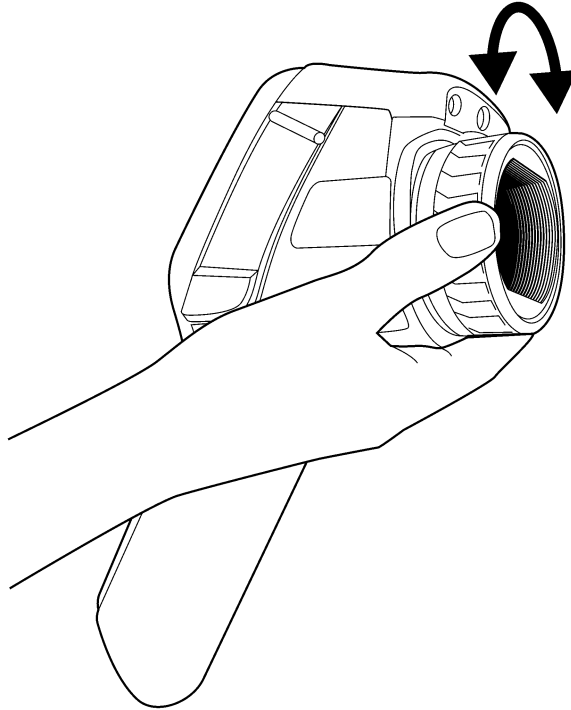
## 14.3

**Ручная настройка фокуса инфракрасной камеры****ПРИМЕЧАНИЕ**

- Не прикасайтесь к поверхности линз при ручной фокусировке инфракрасной камеры. Если это случится, выполните очистку линзы в соответствии с инструкциями Раздел 23.2 – Инфракрасный объектив на стр. 68.

**Рисунок**

T638779.a1

**Процедура**

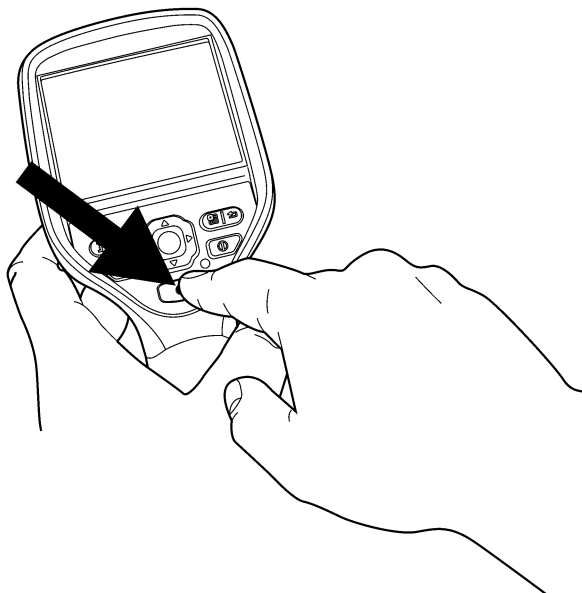
Выполните одно из следующих действий:

- Чтобы сфокусировать инфракрасную камеру на ближний объект, вращайте кольцо фокусировки по часовой стрелке (со стороны сенсорного ЖК-дисплея).
- Чтобы сфокусировать инфракрасную камеру на далекий объект, вращайте кольцо фокусировки против часовой стрелки (со стороны сенсорного ЖК-дисплея).

## 14.4 Управление лазерным целеуказателем

Рисунок

T638778.a1



Процедура

Для управления лазерным целеуказателем необходимо выполнить следующие действия:

1	Нажатие на кнопку и ее удержание включает лазерный целеуказатель.
2	Отпускание кнопки выключает лазерный целеуказатель.

ПРИМЕЧАНИЕ

- При включенном лазерном целеуказателе отображается предупреждающий индикатор.
- Положение лазерной точки обозначается на инфракрасном изображении (в зависимости от модели камеры).

# 15

## Работа с изображениями

### 15.1

### Сохранение изображения

#### Общее

Изображение можно сохранять без предварительного просмотра.

#### Емкость карт памяти

В этой таблице указывается *приблизительное* количество инфракрасных (ИК) изображений и изображений цифровой камеры (ЦК), которое можно сохранить на картах памяти.

Объем карты памяти	Только ИК-изображения	ИК + ЦК	ИК + ЦК + 30 секундная голосовая аннотация
1 Гб	5500	850	600
2 Гб	11 000	1700	1200


#### Соглашение о названиях изображений

По соглашению, названия изображений имеют вид IR\_XXXX.jpg, где XXXX — один счетчик.

#### Процедура

Для непосредственного сохранения изображения отпустите пусковую кнопку.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Функцию пусковой кнопки можно изменить в разделе  (Режим) > Настройки > Настройки. Эту функцию можно настроить для выполнения следующих действий:

- предварительный просмотр/сохранение (краткое нажатие = предварительный просмотр; долгое нажатие = сохранение).
- Непосредственное сохранение (настройка по умолчанию)
- Всегда выполнять предпросмотр

## 15.2 Предварительный просмотр изображений

---


**Общее** Вы можете предварительно просматривать цифровые фотоснимки и инфракрасные изображения (полностью инфракрасные, слияние, картинка-в-картинке) перед сохранением их на карте памяти. Такая возможность позволяет проверять перед сохранением фотографических и инфракрасных изображений, содержится ли в них нужная информация.

Режим предварительного просмотра позволяет также обрабатывать изображения перед их сохранением и добавлять к ним примечания для упрощения подготовки отчета.

---

**Процедура** Для предварительного просмотра изображения кратко нажмите спусковую кнопку. (Следует помнить, что это не настройка камеры по умолчанию и требуется изменить назначение кнопки. См. инструкцию внизу.)

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Функцию пусковой кнопки можно изменить в разделе  (Режим) > Настройки > Настройки. Эту функцию можно настроить для выполнения следующих действий:

- предварительный просмотр/сохранение (краткое нажатие = предварительный просмотр; долгое нажатие = сохранение).
  - Непосредственное сохранение (настройка по умолчанию)
  - Всегда выполнять предпросмотр
-







## 15.3 Открытие изображения

### Общее

При сохранении изображения оно записывается на карту памяти. Чтобы вновь вывести изображение на экран, откройте его из карты памяти.

### Процедура


Для открытия изображения необходимо выполнить следующие действия:

1	Нажмите  .
2	Выберите изображение, которое хотите просмотреть, нажимая кнопки влево/вправо и вверх/вниз на навигационной панели.
3	Нажмите  <b>OK</b> . Изображение отобразится в полном размере.
4	<p>Выполните одно из следующих действий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Для редактирования открытого изображения отобразите меню, нажав кнопку  <b>OK</b>.</li> <li>■ Переместите влево/вправо для просмотра предыдущего/следующего изображения.</li> <li>■ Нажмите  для перемещения по архиву изображений.</li> </ul>

## 15.4 Настройка инфракрасного изображения

### Общее

Изображение можно настроить *автоматически* или *вручную*. Для переключения

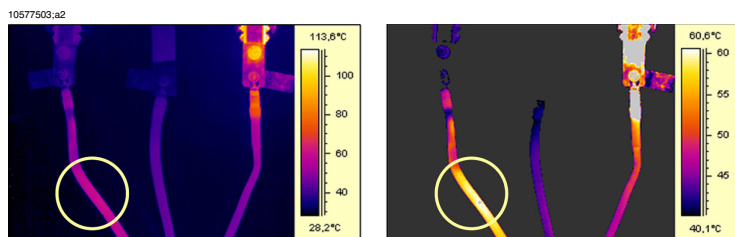
между этими режимами используйте кнопку  **OK**. Обратите внимание, что этот способ работает только в режиме реального времени и не работает в режиме предварительного просмотра/архива.

### Пример 1

Ниже приводятся два инфракрасных изображения, на которых показаны точки соединения кабелей. При рассмотрении левого изображения, очевидно, что использование одной только автоматической настройки изображения вряд ли позволит правильно выполнить температурный анализ левого кабеля. Состояние левого кабеля можно оценить более точно, если:

- изменить уровень температурной шкалы;
- изменить диапазон температурной шкалы.

Левое изображение настроено в автоматическом режиме. На изображении справа уровни максимальной и минимальной температуры были изменены на уровни температуры вблизи объекта. По температурным шкалам справа от каждого изображения можно увидеть, насколько были изменены уровни температуры.



A (automatic)

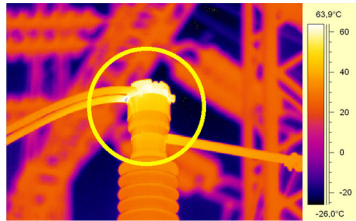
M (manual)

## Пример 2

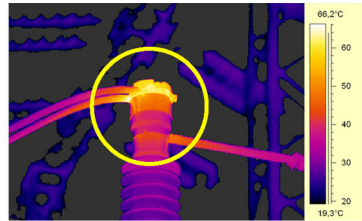
В этом примере приводятся два инфракрасных изображения изолятора высоковольтной линии электропередачи.

На изображении слева холодное небо и высоковольтная линия электропередачи были записаны при минимальной температуре  $-26,0^{\circ}\text{C}$ . На изображении справа уровни максимальной и минимальной температуры были изменены на уровни температуры вблизи изолятора. Это упрощает анализ отклонений температуры в изоляторе.

10742503.a3






A (automatic)



M (manual)



**Изменение  
уровня  
температурной  
шкалы**

Чтобы изменить уровень температурной шкалы, необходимо выполнить следующие действия:

<b>1</b>	Нажмите  .
<b>2</b>	Используйте навигационную панель для выбора  (Руководство).
<b>3</b>	Чтобы изменить заданный уровень шкалы, нажимайте кнопку вверх/вниз на навигационной панели.
<b>4</b>	<p>(Дополнительный шаг)</p> <p>Выполните одно из следующих действий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ С помощью джойстика выполните последовательность однократной автоматической настройки.</li> <li>■ Нажмите  повторно и выберите <b>Автоматический режим</b> для возврата в автоматический режим.</li> </ul>

**Изменение  
диапазона  
температурной  
шкалы**

Чтобы изменить диапазон температурной шкалы, необходимо выполнить следующие действия:

<b>1</b>	Нажмите  .
<b>2</b>	Используйте навигационную панель для выбора  (Руководство).
<b>3</b>	Чтобы изменить диапазон шкалы, нажимайте кнопки влево/вправо на навигационной панели.





## 15.5 *Изменение палитры*

### Общее

Вы можете изменить цветовую палитру, используемую для отображения различных температур. Правильно подобранная палитра может облегчить анализ изображения.

### Процедура




Для изменения палитры необходимо выполнить следующие действия:

1	Нажмите  для отображения системы меню.
2	С помощью навигационной панели перейдите к  .
3	Нажмите кнопку  для отображения подменю.
4	Используйте навигационную панель для выбора другой палитры.
5	Нажмите  .

## 15.6 Удаление изображения

**Общее** Можно удалить одно или несколько изображений.

**Процедура** Для удаления изображения необходимо выполнить следующие действия:




1	Нажмите  .
2	Выберите изображение, которое вы хотите удалить, нажимая кнопки влево/вправо и вверх/вниз на навигационной панели.
3	Нажмите кнопку  <b>OK</b> , чтобы отобразить изображение.
4	Нажмите кнопку  <b>OK</b> для отображения меню.
5	В меню выберите <b>Удалить</b> , затем подтвердите выбор.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Обратите внимание, что все изображения, принадлежащие одной группе, например цифровые фотографии, будут также удалены.

## 15.7 Удаление всех изображений

**Общее** Можно удалить все изображения.

**Процедура** Для удаления изображения необходимо выполнить следующие действия:

1	Нажмите  .
2	Выберите какое-либо изображение, нажимая кнопки влево/вправо и вверх/вниз на навигационной панели.
3	Нажмите кнопку  , чтобы отобразить изображение.
4	Нажмите кнопку  для отображения меню.
5	В меню выберите <b>Удалить все</b> , затем подтвердите выбор.




## 15.8 Создание отчета в формате PDF в камере

### Общее

В камере можно создавать отчеты в формате PDF. После этого отчет можно перенести на компьютер, iPhone или iPad с помощью приложения FLIR Viewer и переслать его заказчику.

### Процедура

Для создания отчета в формате PDF необходимо выполнить следующие действия.

1	Нажмите  .
2	Выберите изображение, нажимая кнопки влево/вправо и вверх/вниз на навигационной панели.
3	Нажмите кнопку  , чтобы отобразить изображение.
4	Нажмите кнопку  для отображения меню.
5	<p>В меню выберите Создать страницу отчета.</p> <p>Отобразится меню, в котором можно изменить следующие элементы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Верхний колонтитул.</li> <li>■ Нижний колонтитул.</li> <li>■ Логотип. (Логотип должен находиться в папке /report/logo/ на карте памяти. Файл должен быть в формате *.jpg. Максимальная ширина — 134 пиксела для формата бумаги A4 и 139 пикселей для формата бумаги Letter.)</li> </ul>
6	В меню выберите Создать страницу отчета.



---

# 16 Работа с изображением в режиме картинка-в-картинке и тепловое слияние

Что такое картинка в картинке?

Картинка в картинке — это функция, сходная с функцией теплового слияния, которая позволяет отобразить часть цифровой фотографии как инфракрасное изображение.

Однако, при использовании режима картинки в картинке инфракрасный кадр отображается поверх цифровой фотографии.

Что такое тепловое слияние?

Тепловое слияние — это функция, позволяющая отобразить часть цифровой фотографии как инфракрасное изображение.

Например, можно настроить камеру для отображения всех областей изображения с определенной температурой в инфракрасном режиме, а всех остальных областей — в режиме цифровой фотографии.

Типы


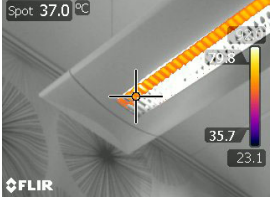
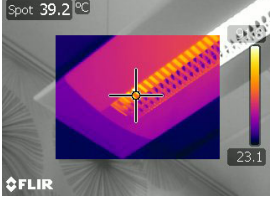
В зависимости от модели камеры различают до четырех перечисленных ниже типов.

- **Выше:** Все области цифровой фотографии с температурой выше указанного уровня отображаются в виде термографических.
- **Ниже:** Все области цифровой фотографии с температурой ниже указанного уровня отображаются в виде термографических.
- **Интервал:** Все области цифровой фотографии с температурой между указанными уровнями отображаются в виде термографических.
- **Картинка в картинке:** Термографический кадр отображается поверх цифровой фотографии.

Примеры изображений

В данной таблице поясняется разница между четырьмя типами.

Тип слияния	Изображение
Выше	 The image shows a thermal overlay on a grayscale photograph of a mechanical component. A red and yellow area indicates a high temperature. A crosshair cursor is positioned over a specific spot, which is labeled 'Spot 43.9 °C'. A color scale legend on the right side of the image shows a gradient from blue (23.1 °C) to red (30.9 °C). The FLIR logo is visible in the bottom left corner of the image.

Тип слияния	Изображение
Ниже	
Интервал	
Картинка в картинке	





**Настройка  
режима картинки  
в картинке**

Выполните следующие действия:

<b>1</b>	Нажмите  для отображения системы меню.
<b>2</b>	В системе меню выберите  . Откроется подменю.
<b>3</b>	В подменю выберите <b>Картинка в картинке</b> Отображается рамка ИК-изображения сверху цифровой фотографии. В данный момент можно перемещать и менять размер изображения с помощью сенсорного ЖК-экрана.

Настройка типа  
теплового  
слияния

Выполните следующие действия:

<b>1</b>	Нажмите  для отображения системы меню.
<b>2</b>	В системе меню выберите  . Откроется подменю.
<b>3</b>	В подменю выберите <b>Тепловое слияние</b>
<b>4</b>	Нажмите  .
<b>5</b>	<p>Для изменения части изображения, отображаемого в инфракрасном режиме, выполните одно из следующих действий.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Нажмите джойстик влево/вправо для выбора , затем нажмите джойстик вверх/вниз, чтобы изменить нижний уровень температуры.</li> <li>■ Нажмите джойстик влево/вправо для выбора , затем нажмите джойстик вверх/вниз, чтобы изменить верхний уровень температуры.</li> <li>■ Переместите джойстик влево/вправо для выбора , затем переместите джойстик вверх/вниз, чтобы одновременно изменить верхний и нижний уровни температуры, а также влево/вправо для изменения диапазона температур.</li> </ul>

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Использование теплового слияния в *ручном режиме* рассмотрено выше.

При использовании теплового слияния в *автоматическом режиме* уровни температуры для теплового слияния будут основываться на уровнях температуры в *прицельной рамке*, отображаемой в середине изображения.






---

# 17 Работа с инструментами измерений

## 17.1 *Размещение измерительных инструментов: точки, области и пр.*

**Общее** Для измерения температуры используются несколько измерительных инструментов, например, экспозиметр, рамка и др.

**Процедура** Для размещения измерительного инструмента необходимо выполнить следующие действия.

1	Нажмите   или коснитесь экрана для отображения системы меню.
2	С помощью навигационной панели перейдите к  .
3	Нажмите кнопку  ОК для отображения подменю.
4	С помощью навигационной панели выберите инструмент измерения.
5	Нажмите  ОК. На экране отобразится инструмент измерения.

## 17.2 *Размещение измерительного инструмента: изотермы*






### Общее

Функция изотермы окрашивает контрастным цветом все пиксели с температурой выше или ниже одного или нескольких заданных уровней температуры или с температурой, которая лежит между этими уровнями.

Изотермы упрощают процесс обнаружения аномалий на инфракрасном изображении.

### Процедура

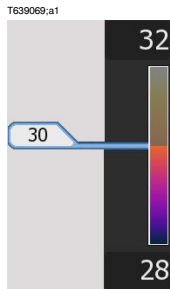
Для размещения изотермы необходимо выполнить следующие действия.

1	Нажмите  или коснитесь экрана для отображения системы меню.
2	С помощью навигационной панели перейдите к  .
3	Нажмите кнопку  для отображения подменю.
4	С помощью навигационной панели перейдите к  .
5	Нажмите кнопку  . Отобразится подменю.

6 В подменю выберите один из следующих элементов.

- **Выше.** Этот элемент окрашивает контрастным цветом все пиксели с температурой выше одного или нескольких заданных уровней температуры.
- **Ниже.** Этот элемент окрашивает контрастным цветом все пиксели с температурой ниже одного или нескольких заданных уровней температуры.
- **Интервал.** Этот элемент окрашивает контрастным цветом все пиксели с температурой, находящейся между двумя или несколькими заданными уровнями температуры.
- **Влажность.** Этот элемент окрашивает контрастным цветом все пиксели с температурой ниже порога, определяемого параметрами влажности.
- **Изоляция.** Этот элемент окрашивает контрастным цветом все пиксели с температурой ниже порога, определяемого параметрами теплоизоляции.

При этом на температурной шкале появится символ флага. Для изменения уровня температуры, прикоснитесь и перетащите флаг вверх или вниз. См. рисунок ниже.



## 17.3 *Перемещение или изменение размера измерительного инструмента*

### Общее

Вы можете передвинуть измерительный инструмент или изменить его размер.

### ПРИМЕЧАНИЕ

- Данное действие предполагает, что измерительный инструмент уже размещен на экране.
- Кроме того, измерительный инструмент можно передвинуть или изменить его размер пальцем прямо на сенсорном ЖК-экране.

### Процедура

Для перемещения или изменения размера измерительного инструмента необходимо выполнить следующие действия:

<b>1</b>	Нажмите  или коснитесь экрана для отображения системы меню.
<b>2</b>	С помощью навигационной панели перейдите к  (Инструменты).
<b>3</b>	Нажмите кнопку  для отображения подменю.
<b>4</b>	С помощью навигационной панели перейдите к  (Настроить инструменты).
<b>5</b>	Нажмите  и выберите измерительный инструмент, который требуется передвинуть или размер которого необходимо изменить.
<b>6</b>	С помощью навигационной панели переместите инструмент измерения или измените его размер.








## 17.4 Создание и настройка функции определения различий

**Общее** Функция определения различий возвращает разность значений двух известных результатов измерений или разность результата измерения и контрольной температуры.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Данное действие предполагает, что по крайней мере два измерительных инструмента размещены на экране.

**Процедура** Для создания и настройки функции определения различий необходимо выполнить следующие действия:

1	Нажмите  или коснитесь экрана для отображения системы меню.
2	С помощью навигационной панели перейдите к  (Инструменты).
3	Нажмите кнопку  для отображения подменю.
4	Используйте навигационную панель для выбора  (Добавить различие).
5	Нажмите  . Отобразится диалоговое окно, в котором можно выбрать инструменты измерения, используемые при определении различий.
6	Нажмите  . Результат определения различий отображается в таблице результатов.

## 17.5 Изменение параметров объекта

**Общее** Для выполнения особо точных измерений необходимо задать параметры объекта.

**Типы параметров** Камера может использовать следующие параметры объекта:





- Параметр **Коэффициент излучения** отображает количество излучения, испускаемое объектом, в сравнении излучением теоретического эталонного объекта (называемого “абсолютно черным телом”) при той же температуре. Коэффициент отражения является величиной, обратной коэффициенту излучения. Коэффициент излучения характеризует ту часть излучения, которая исходит из самого объекта, а не отражается им.
- **Отраженная температура** используется для компенсации излучения окружающих объектов, которое отражается от объекта в направлении камеры. Это свойство объекта называется коэффициентом отражения.
- Параметр **Расстояние до объекта** соответствует расстоянию между камерой и исследуемым объектом.
- Параметр **Температура воздуха** соответствует температуре воздуха между камерой и исследуемым объектом.
- **Относительная влажность** соответствует относительной влажности воздуха между камерой и исследуемым объектом.
- Параметр **Компенсация внешнего ИК-окна** соответствует температуре внешней оптической системы, т.е. любых защитных окон и т.д., помещенных между камерой и исследуемым объектом. Если при проведении измерений внешняя оптическая система не используется, этот параметр является лишним и должен оставаться неактивным.

**Рекомендуемые значения** Если точные значения параметров неизвестны, рекомендуется использовать следующие значения:

Видимая отраженная температура	+20°C
Коэффициент излучения	0,95
Относительная влажность	50%
Расстояние до объекта	1,0 м
Температура воздуха	+20°C

## Процедура

Для изменения параметров объекта необходимо выполнить следующие действия.

1	Нажмите  или коснитесь экрана для отображения системы меню.
2	С помощью навигационной панели перейдите к  .
3	Нажмите  для отображения диалогового окна.
4	Для выбора и изменения параметра объекта используйте навигационную панель.
5	Нажмите  . Диалоговое окно будет закрыто.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Из перечисленных выше параметров *коэффициент излучения* и *видимая отраженная температура* являются наиболее важными и должны быть установлены с максимальной точностью.

## Связанные темы

Подробную информацию о параметрах и процедуре задания коэффициента излучения и видимой отраженной температуры см. в разделе 29 – Техника термографических измерений на стр. 100.

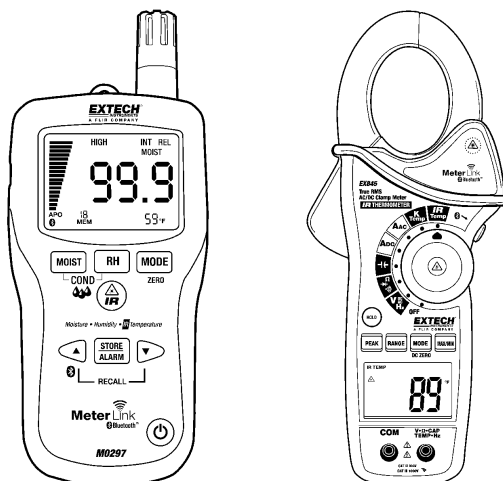
# 18 Выборка данных из внешних датчиков Extech

Общее

Можно выбрать данные из внешнего датчика Extech и слить их в таблицу результатов в термографическом изображении.

Рисунок

T638370.a1



Поддерживаемые датчики Extech

- Extech Moisture Meter MO297
- Extech Clamp Meter EX845

Техническая поддержка датчиков Extech

[support@extech.com](mailto:support@extech.com)

Данная поддержка осуществляется только для датчиков Extech. Техническая поддержка инфракрасных камер доступна на сайте <http://support.flir.com>.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Данная процедура подразумевает, что устройства Bluetooth уже сопряжены и функциональность кнопки "Save" (сохранить) переведена в положение "Preview/Save" (предпросмотр/сохранение).
- Дополнительная информация о продуктах компании Extech Instruments приведена на сайте <http://www.extech.com/instruments/>.

Процедура

Выполните следующие действия:

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1 | Включите камеру. |
|---|------------------|

2	Включите датчик Extech.
3	В датчике активируйте режим Bluetooth. Соответствующая информация приведена в документации для пользователей датчика.
4	<p>В датчике выберите нужную величину (напряжение, ток, сопротивление и т.д.). Соответствующая информация приведена в документации для пользователей датчика.</p> <p>Теперь результаты датчика автоматически отобразятся в таблице результатов в левом верхнем углу экрана инфракрасной камеры.</p>
5	<p>Выполните одно из следующих действий:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Для предварительного просмотра изображения нажмите кнопку предпросмотра/сохранения. На этом этапе можно добавлять дополнительные значения. Для этого проведите датчиком новое измерение и выберите <b>Добавить</b> на экране инфракрасной камеры.</li><li>■ Для сохранения изображения без предварительного просмотра нажмите и удерживайте кнопку предпросмотра/сохранения.</li><li>■ (В зависимости от модели камеры) Чтобы добавить значение в выведенное изображение, включите датчик после вызова изображения, а затем выберите <b>Добавить</b> на экране инфракрасной камеры. Можно добавить не более восьми значений, но помните, что некоторые значения разбиваются на две линии.</li></ul>

## 18.1 Типичная процедура измерения и документирования влажности

Общее

Следующая процедура образует основу других процедур с использованием датчиков Extech и инфракрасных камер.

---

Процедура

Выполните следующие действия:

1	Инфракрасная камера используется для определения зон потенциальной сырости в стенах и потолках.
2	Влагомер используется для измерения уровня влаги в различных подозрительных местах, которые были обнаружены.
3	При обнаружении особо подозрительного места сохраните значение влажности в памяти влагомера <sup>1</sup> и отметьте место измерения рукой или другим термоопределителем.
4	Откройте значение из памяти влагомера. Теперь влагомер будет постоянно передавать это значение в инфракрасную камеру.
5	С помощью камеры получается термоизображение зоны, отмеченной термоопределителем. Сохраненные данные из влагомера также будут сохранены на изображении.

---

# 19

# Работа с изотермами

## 19.1

## Строительные изотермы

### Общее

В камере предусмотрены специальные типы изотерм для использования при обследовании строительных конструкций. Можно настроить камеру на включение следующих типов изотерм.

- **Влажность:** срабатывает, когда средство измерения обнаруживает поверхность, на которой относительная влажность превышает предварительно заданное значение.
- **Изоляция:** срабатывает при обнаружении в стене дефекта теплоизоляции.

### Об изотерме Влажность

Чтобы обнаруживать области с относительной влажностью ниже 100%, можно воспользоваться изотермой **Влажность**, которая позволяет задавать конкретное значение относительной влажности, при превышении которого изображение будет окрашиваться изотермой.






### Об изотерме Изоляция


**Изоляция** Изотерма позволяет обнаруживать области с возможными нарушениями теплоизоляции здания. Изотерма срабатывает, когда уровень теплоизоляции (называемые термальным индексом в камере) падает ниже предварительно заданного значения для утечки энергии сквозь стены здания.

Различные строительные нормы предлагают разные значения уровня теплоизоляции, но типовые значения находятся в пределах 60-80% для новых зданий. Рекомендации относительно данного параметра можно найти в строительных нормах и правилах конкретных стран.

### Настройка изотермы влажности







Выполните следующие действия:

1	Нажмите  для отображения системы меню.
2	С помощью навигационной панели перейдите к  .
3	Нажмите кнопку  для отображения подменю.
4	С помощью навигационной панели перейдите к  .
5	Нажмите кнопку  . Отобразится подменю.
6	В подменю выберите пункт <b>Влажность</b> . Отобразится диалоговое окно, в котором можно настроить нужные параметры. <ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Температура воздуха:</b> текущая температура воздуха.</li><li>■ <b>Относительная влажность:</b> текущая относительная влажность.</li><li>■ <b>Предел относительной влажности:</b> уровень относительной влажности, при котором должна сработать сигнализация. 100% означает, что влага в воздухе конденсируется.</li></ul>

7	<p>Нажмите .</p> <p>Настройка завершена, и теперь при соблюдении соответствующих параметров изотерма будет отображаться.</p>
---	---

Настройка  
сигнализации  
изотермы  
изоляции

Выполните следующие действия:

1	<p>Нажмите  для отображения системы меню.</p>
2	<p>С помощью навигационной панели перейдите к .</p>
3	<p>Нажмите кнопку  для отображения подменю.</p>
4	<p>С помощью навигационной панели перейдите к .</p>
5	<p>Нажмите кнопку  . Отобразится подменю.</p>
6	<p>В подменю выберите пункт <b>Изоляция</b>. Отобразится диалоговое окно, в котором можно настроить нужные параметры.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Наружная температура:</b> текущая температура воздуха вне помещения.</li> <li>■ <b>Температура в помещении:</b> текущая температура воздуха в помещении.</li> <li>■ <b>Термальный индекс %:</b> уровень изоляции, целое от 0 до 100%.</li> </ul>
7	<p>Нажмите .</p> <p>Настройка завершена, и теперь при соблюдении соответствующих параметров изотерма будет отображаться.</p>



### Общее

---

В этом разделе описывается сохранение дополнительной информации вместе с инфракрасными изображениями с помощью аннотаций.

Использование аннотаций облегчает ведение отчетности и повышает эффективность последующей обработки изображений, поскольку в аннотациях содержится важная информация об изображениях, включая фотографии, сведения о месте, времени и условиях получения каждого изображения и т.п.






---

## 20.1 Получение цифровых фотоснимков

**Общее** При сохранении инфракрасного изображения можно сделать цифровую фотографию наблюдаемого объекта. Она будет автоматически сгруппирована с инфракрасным изображением с целью упрощения ведения отчетности и последующей обработки изображений.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Данная процедура предполагает, что вы не настраивали камеру на одновременную съемку цифрового и инфракрасного изображения.

**Процедура** Выполните следующие действия:

<b>1</b>	Убедитесь, что камера настроена на предварительный просмотр изображений перед их сохранением. Если это не так, с помощью джойстика перейдите в  (Режим) > Настройки >  (Настройки) > Кнопка сохранения.
<b>2</b>	Для предварительного просмотра инфракрасного изображения выжмите на краткое время и отпустите пусковую кнопку.
<b>3</b>	Используйте навигационную панель для выбора  .
<b>4</b>	Нажмите кнопку  ОК для отображения подменю.
<b>5</b>	Используйте навигационную панель для выбора Снимок цифровой камерой.
	Нажмите  ОК, чтобы сделать цифровой снимок. Цифровая фотография будет добавлена на ИК-изображение в так называемую группу инфракрасного обследования и сгруппирована в архиве изображений, а также будет добавлена при перенесении файлов из камеры в программу ведения отчетности на компьютере.

## 20.2 Создание голосовых аннотаций












### Общее

Голосовая аннотация – это звуковое сопровождение инфракрасного изображения, которое записывается в файл этого изображения.

Запись голосовой аннотации выполняется с помощью микрофона гарнитуры Bluetooth®. Голосовая аннотация воспроизводится камерой или с помощью программы по ведению отчетности и анализа изображений компании FLIR Systems.

### Процедура

Чтобы создать голосовую аннотацию, необходимо выполнить следующие действия:

<b>1</b>	<p>Убедитесь, что камера настроена на предварительный просмотр изображений перед их сохранением. Если это не так, с помощью джойстика перейдите в  (Режим) &gt; Настройки &gt;  (Настройки) &gt; Кнопка сохранения.</p>
<b>2</b>	Для предварительного просмотра изображения вытащите пусковую кнопку.
<b>3</b>	Используйте навигационную панель для выбора  .
<b>4</b>	Нажмите кнопку  для отображения подменю.
<b>5</b>	В подменю выберите <b>Голосовое примечание</b> .
<b>6</b>	<p>Выполните одно из следующих действий и нажмите джойстик для подтверждения каждого выбора. Некоторые кнопки служат для выполнения нескольких функций.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Чтобы начать запись, выберите .</li> <li>■ Пауза/возобновление записи осуществляется выбором .</li> <li>■ Чтобы остановить запись, выберите .</li> <li>■ Для прослушивания записи выберите .</li> <li>■ Чтобы приостановить воспроизведение голосовой аннотации во время ее прослушивания, выберите .</li> <li>■ Чтобы вернуться в начало записи, выберите .</li> <li>■ Чтобы удалить запись голосовой аннотации, выберите , передвинув джойстик вправо/влево или вверх/вниз.</li> <li>■ Чтобы сохранить запись, выберите <b>Сохранить</b>.</li> </ul>





## 20.3 Создание текстовых аннотаций

### Общее

Текстовые аннотации группируются с файлом изображения. С помощью этой функции можно добавлять к изображениям аннотации. Этот текст можно впоследствии изменять.

### Процедура

Чтобы создать текстовую аннотацию, необходимо выполнить следующие действия:

1	Убедитесь, что камера настроена на предварительный просмотр изображений перед их сохранением. Если это не так, с помощью джойстика перейдите в  (Режим) > Настройки >  (Настройки) > Кнопка сохранения.
2	Для предварительного просмотра изображения вытащите пусковую кнопку.
3	Используйте навигационную панель для выбора  .
4	Нажмите кнопку  ОК для отображения подменю.
5	В подменю выберите Текст. Отобразится экранная клавиатура для ввода сохраняемого текста.
6	Нажмите кнопку ОК.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для выбора специальных символов нажмите и удерживайте соответствующую кнопку на экранной клавиатуре.

## 20.4 Создание таблицы

### Общее

Таблица может считаться формой, в которую добавляются метки и значения изучаемого объекта. Пример:

Метка (примеры)	Значение (примеры)
Company	Company A Company B Company C
Building	Workshop 1 Workshop 2 Workshop 3
Section	Room 1 Room 2 Room 3
Equipment	Tool 1 Tool 2 Tool 3
Recommendation	Recommendation 1 Recommendation 2 Recommendation 3





Эта функция позволяет сохранять пояснительную информацию с изображениями и очень эффективна при исследовании большого числа одинаковых объектов. Идея применения текстовых аннотаций с изображениями возникла из желания упростить ведение отчетности, которую чаще всего приходится вести вручную, заполняя большое количество формуляров и протоколов.


### ПРИМЕЧАНИЕ

- Эта процедура предполагает, что камера не была настроена для автоматического добавления текстовых аннотаций.
- Для выбора специальных символов нажмите и удерживайте соответствующую кнопку на экранной клавиатуре.

### Процедура

Выполните следующие действия:

1	Убедитесь, что камера настроена на предварительный просмотр изображений перед их сохранением. Если это не так, с помощью джойстика перейдите в  (Режим) > Настройки >  (Настройки) > Кнопка сохранения.
2	Для предварительного просмотра изображения вытащите пусковую кнопку.
3	Используйте навигационную панель для выбора  .
4	Нажмите кнопку  для отображения подменю.

5	В подменю выберите <b>Таблица</b> .
6	<div data-bbox="394 199 1052 607"> </div> <p data-bbox="394 629 1052 678">В данном диалоговом окне можно выполнить одно из следующих действий.</p> <ul data-bbox="394 695 1052 794" style="list-style-type: none"> <li>■ Используйте существующий шаблон таблицы или создайте новый шаблон.</li> <li>■ Создавать новые поля.</li> <li>■ Вводить новые текстовые значения в поля.</li> </ul> <p data-bbox="394 811 1052 910">Таблица будет добавлена на ИК-изображение в так называемую <i>группу</i> и сгруппирована в архиве изображений, а также будет добавлена при перенесении файлов из камеры в программу ведения отчетности на компьютере.</p>
7	<p data-bbox="394 935 1052 984">(Процедура добавления значений к существующим меткам описана в шагах 6-9).</p> <p data-bbox="394 1001 1052 1050">Для выбора метки (местоположение или объект) из списка, например расположения, объекта и т. д., используйте навигационную панель.</p>
8	<p data-bbox="394 1075 1052 1116">Нажмите  для отображения диалогового окна.</p>
9	<p data-bbox="394 1133 1052 1182">В этом диалоговом окне можно выполнить одно из следующих действий.</p> <ul data-bbox="394 1199 1052 1381" style="list-style-type: none"> <li>■ Выберите одно из предварительно заданных описаний, например, двигатель, вентилятор.</li> <li>■ Щелкните <b>Создать</b>, чтобы создать новое описание.</li> <li>■ Щелкните <b>Редактировать</b>, чтобы отредактировать предварительно заданные описания.</li> <li>■ Щелкните <b>Удалить</b>, чтобы удалить одно из предварительно заданных описаний.</li> </ul>
10	<p data-bbox="394 1397 1052 1422">Нажмите кнопку <b>OK</b>.</p>



## Общее

Можно записывать инфракрасные или видимые нерадиометрические видеоклипы. В этом режиме камеру можно рассматривать как обычную цифровую видеокамеру.

Видеоклипы можно воспроизводить на ПК с помощью проигрывателя Microsoft Windows Media Player, но получить радиометрическую информацию из видеоклипа будет невозможно.

## Процедура

Порядок записи инфракрасных или видимых нерадиометрических видеороликов:

1	Нажмите  для отображения системы меню.
2	Используйте джойстик для перехода к  (Режим), затем выберите <b>Видео</b> .
3	<p>Выполните следующие действия.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Чтобы начать запись, коротко нажмите и отпустите кнопку предварительного просмотра/сохранения.</li> <li>■ Чтобы остановить запись, коротко нажмите и отпустите кнопку предварительного просмотра/сохранения.</li> </ul>
4	<p>После окончания записи откроется панель инструментов, на которой можно выполнить одно из следующих действий.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Сохранить запись.</li> <li>■ Отменить запись.</li> <li>■ Воспроизвести запись.</li> <li>■ Добавить текстовую аннотацию.</li> <li>■ Добавить таблицу.</li> </ul>

## Общее






Вы можете изменять различные настройки камеры:

- Настройки камеры, такие как яркость дисплея, управление питанием, калибровка сенсорного экрана, настройки по умолчанию и т. д.
- Настройки, например, настройки аннотаций и наложения.
- Подключение, например, настройки Wi-Fi и Bluetooth.
- Региональные настройки, такие как язык, дата и время, формат даты и времени, единицы измерения температуры и расстояния и т. д.

В данной области также содержатся неизменяемые сведения о камере, такие как серийный номер, версия встроенной программы, уровень заряда аккумулятора и т. д.

## Процедура

Изменение настроек выполняется следующим образом.

1	Нажмите  для отображения системы меню.
2	С помощью навигационной панели перейдите к  (Режим), затем выберите <b>Настройки</b> .
3	Нажмите  . Отобразится диалоговое окно.
4	<p>Выполните следующие действия.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Для перехода между вкладками используйте навигационную панель, а на самих вкладках используйте кнопки вверх/вниз.</li> <li>■ Для изменения выбранной настройки воспользуйтесь кнопкой .</li> <li>■ Для подтверждения выбора используйте кнопку .</li> </ul>



---

## 23

# Чистка камеры

### 23.1

## Корпус камеры, кабели и другие принадлежности

---

#### Чистящие жидкости

Рекомендуется использовать одну из следующих жидкостей:

- Теплая вода
  - Слабый раствор мощного средства
- 

#### Технические средства

Кусок мягкой ткани

---

#### Процедура

Выполните следующие действия:

1	Намочите ткань моющим раствором.
2	Выжмите ткань для удаления излишка жидкости.
3	Вытрите детали влажной тканью.

---

#### ВНИМАНИЕ

Не используйте растворители и подобные им жидкости для чистки камеры, кабелей или других принадлежностей. Это может привести к повреждениям.

---

## 23.2 Инфракрасный объектив

---

**Чистящие жидкости** Рекомендуется использовать одну из следующих жидкостей:

- Изопропиловый спирт 96%.
- Имеющиеся в продаже жидкости для чистки оптики, содержащие более 30% изопропилового спирта.

---

**Технические средства** Вата

---

**Процедура** Выполните следующие действия:

<b>1</b>	Намочите вату чистящей жидкостью.
<b>2</b>	Выжмите вату для удаления излишка жидкости.
<b>3</b>	Вытрите объектив одним движением и выбросите вату.

---

**ОСТОРОЖНО** Перед использованием каких-либо жидкостей вы должны внимательно прочесть указания по технике безопасности и предупреждающие надписи на упаковке. Некоторые жидкости опасны для здоровья.

---

**ВНИМАНИЕ**

- При чистке инфракрасного объектива соблюдайте особую осторожность. Этот объектив имеет тонкое просветляющее покрытие.
- Не прилагайте чрезмерных усилий при чистке инфракрасного объектива. Вы можете повредить просветляющее покрытие.

---

## 23.3 Инфракрасный детектор

**Общее** Даже небольшое количество пыли на инфракрасном детекторе может привести к серьезным дефектам изображения. Для удаления пыли с детектора необходимо выполнить следующие действия.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

- Данный раздел относится только к камерам, в которых снятие объектива оставляет инфракрасный детектор незащищенным.
- В некоторых случаях подобным образом удалить пыль невозможно; инфракрасный детектор необходимо очищать механически. Такая механическая очистка производится уполномоченными сервисными центрами.

**ВНИМАНИЕ** В описываемом ниже шаге 2 не допускается использование воздуха под давлением из пневматических воздушных контуров в мастерских и т.п., поскольку этот воздух обычно содержит масляный туман для смазки пневматического инструмента.

**Процедура** Выполните следующие действия:

<b>1</b>	Снимите объектив с камеры.
<b>2</b>	Чтобы сдуть пыль, используйте воздух под давлением из канистры для сжатого воздуха.

---

## 24 Технические данные

Технические данные приведены в каталоге технических характеристик в документации для пользователей на CD-ROM, поставляемом вместе с камерой.

Технические данные также приведены на сайте <http://support.flir.com>.

---

# 25

# Масштабные чертежи

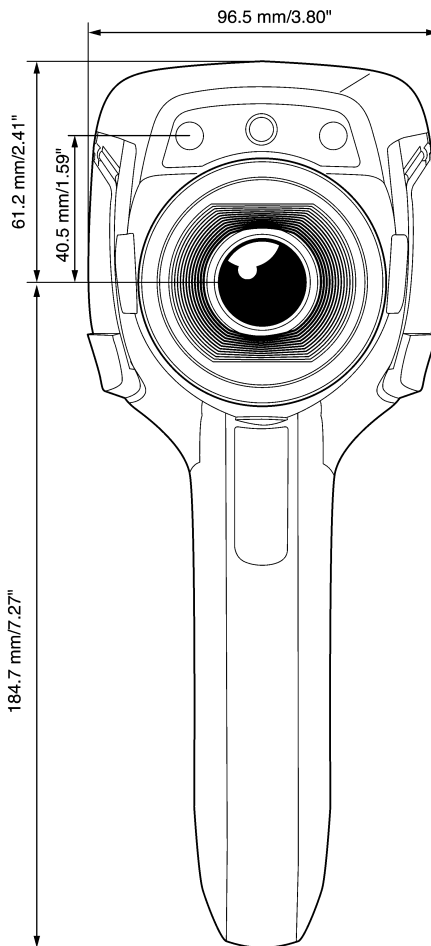
## 25.1

## Размеры камеры, вид спереди (1)

---

Рисунок

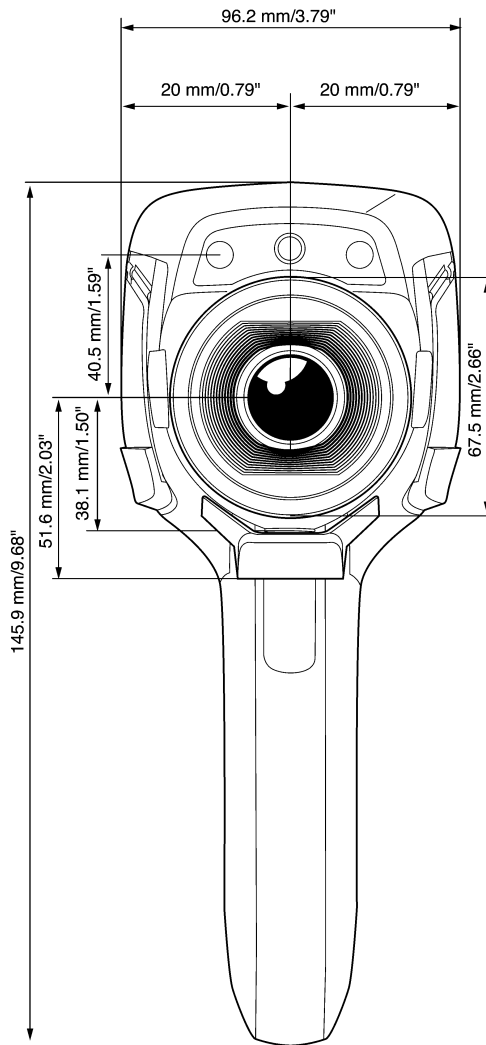
T638765.a1



## 25.2 Размеры камеры, вид спереди (2)

Рисунок

T638766.a1

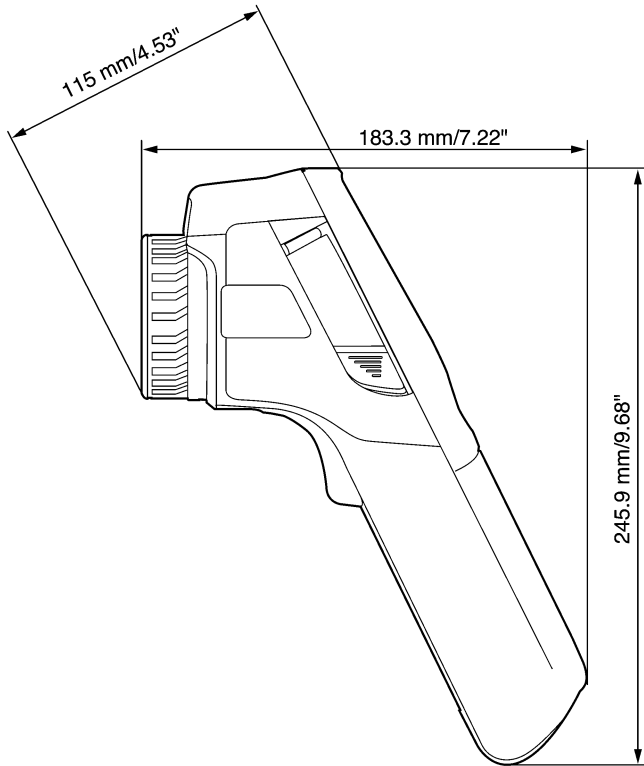


25.3

Размеры камеры, вид сбоку (1)

Рисунок

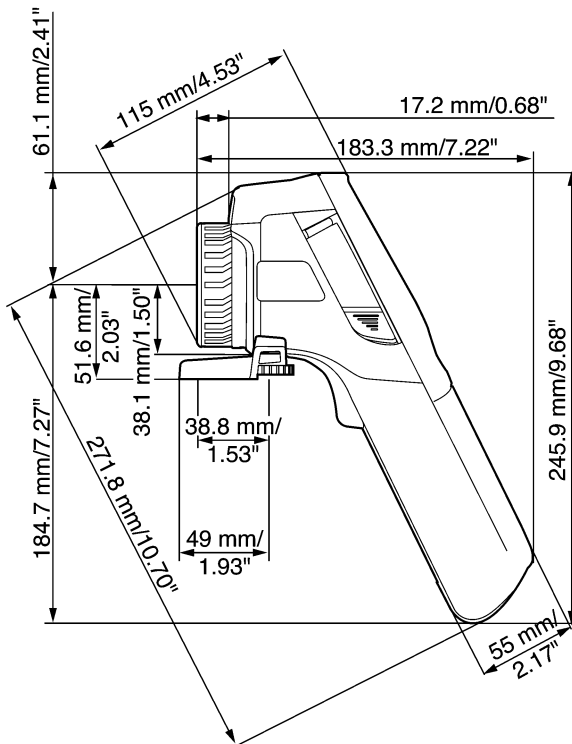
T63872.a1



## 25.4 Размеры камеры, вид сбоку (2)

Рисунок

T638773.a1



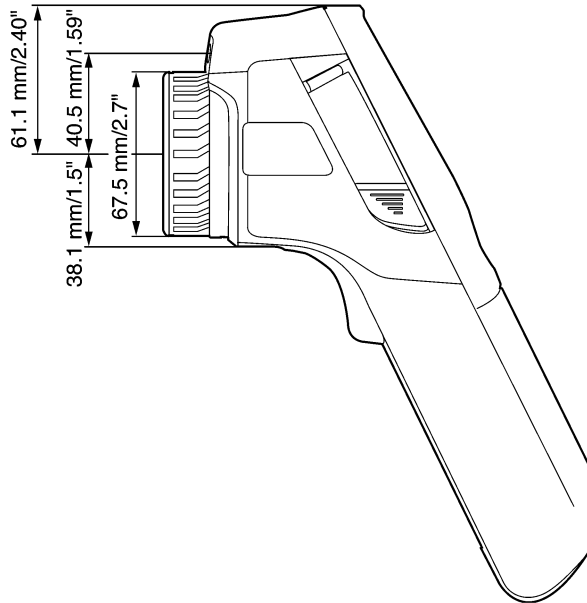


25.5

Размеры камеры, вид сбоку (3)

Рисунок

T638774.a1

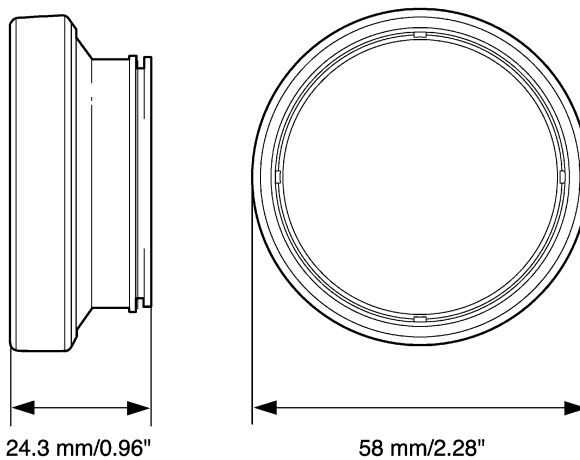


25.6

Инфракрасный объектив (30 мм/15°)

Рисунок

10762503.a1

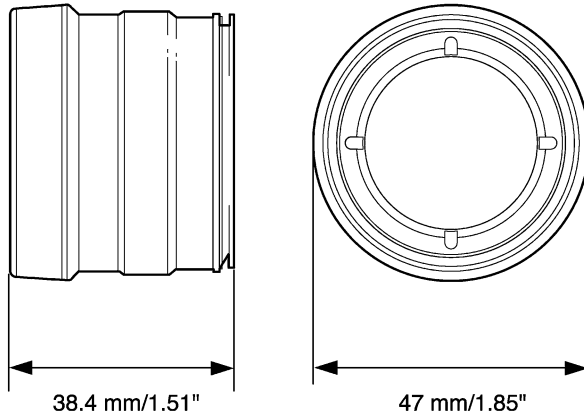


25.7

Инфракрасный объектив (10 мм/45°)

Рисунок

10762403.a1

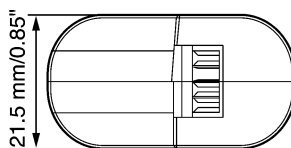


## 25.8 Аккумулятор (1)

---

Рисунок

T638782.a1



---

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Перед установкой аккумулятора в камеру удалите с него следы воды и влаги с помощью чистой, сухой ткани.

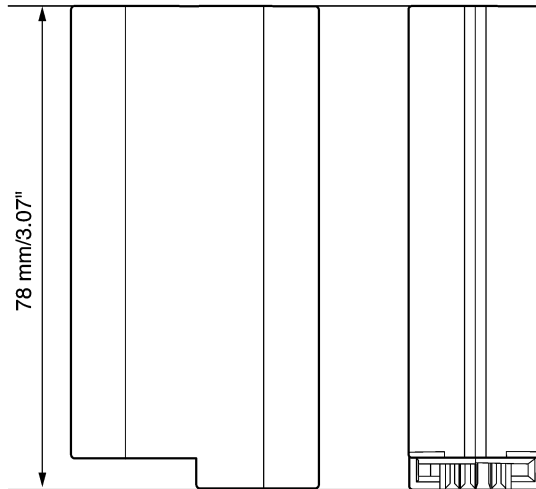
---

25.9

## Аккумулятор (2)

Рисунок

T638783.a1



## ПРИМЕЧАНИЕ

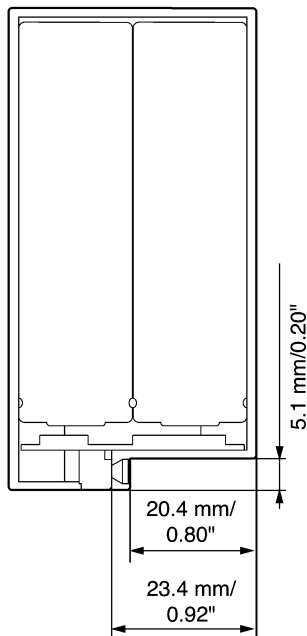
Перед установкой аккумулятора в камеру удалите с него следы воды и влаги с помощью чистой, сухой ткани.

25.10

Аккумулятор (3)

Рисунок

T638784.a1



ПРИМЕЧАНИЕ

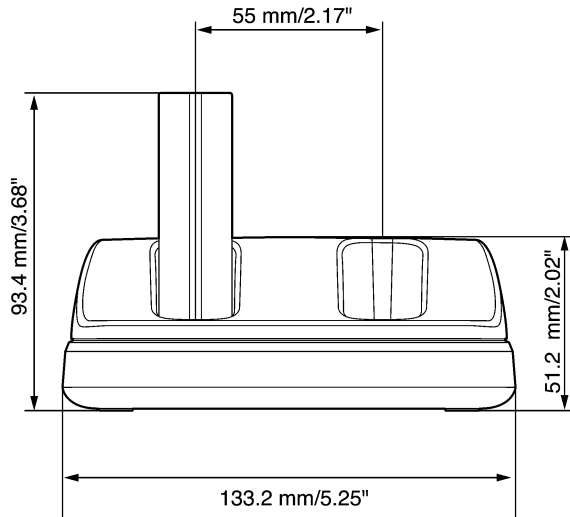
Перед установкой аккумулятора в камеру удалите с него следы воды и влаги с помощью чистой, сухой ткани.

25.11

## Зарядное устройство (1)

Рисунок

T638767.a1



## ПРИМЕЧАНИЕ

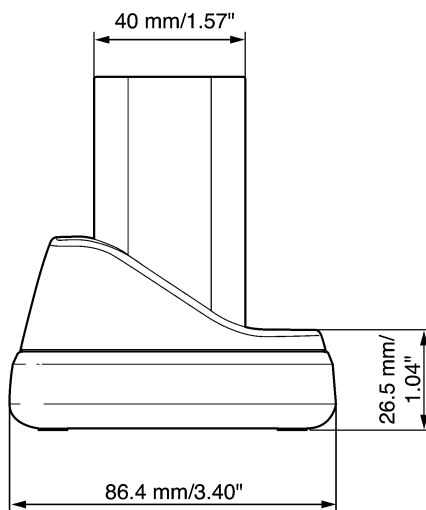
Перед установкой аккумулятора в зарядное устройство удалите с него следы воды и влаги с помощью куска чистой, сухой ткани.

## 25.12 Зарядное устройство (2)

---

Рисунок

T638768.a1



---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Перед установкой аккумулятора в зарядное устройство удалите с него следы воды и влаги с помощью куска чистой, сухой ткани.

---

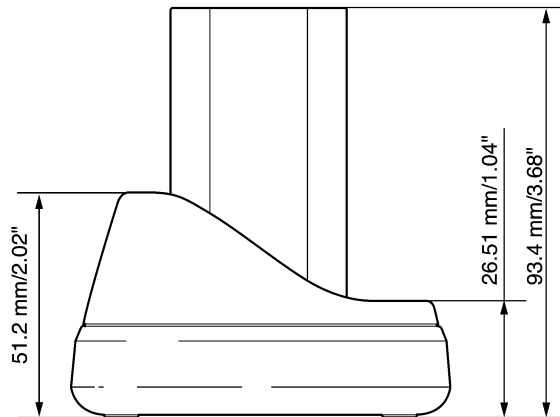


25.13

## Зарядное устройство (3)

Рисунок

T638769.a1



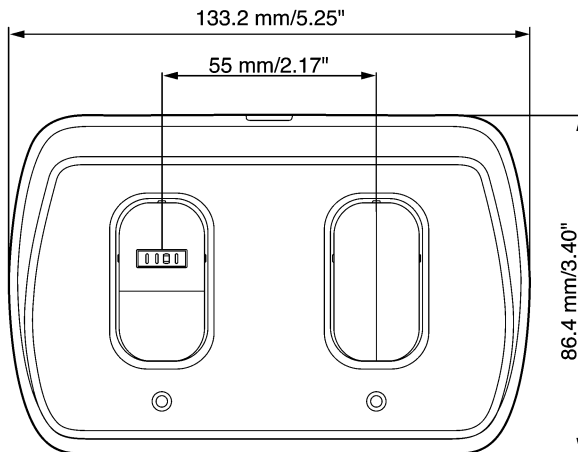
## ПРИМЕЧАНИЕ

Перед установкой аккумулятора в зарядное устройство удалите с него следы воды и влаги с помощью куска чистой, сухой ткани.

## 25.14 Зарядное устройство (4)

Рисунок

T638770.a1



**ПРИМЕЧАНИЕ**

Перед установкой аккумулятора в зарядное устройство удалите с него следы воды и влаги с помощью куска чистой, сухой ткани.

---

## 26

# Примеры использования

### 26.1

## *Повреждение при действии влажности и воды*

---

#### Общее

Часто с помощью инфракрасной камеры можно обнаружить просачивание влаги в доме. Отчасти это вызвано тем, что поврежденная область имеет иную теплопроводность, и отчасти из-за иной теплоемкости по сравнению с окружающим материалом.

---

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Множество факторов влияют на то, как повреждения из-за действия влажности и воды будут выглядеть на инфракрасном изображении.

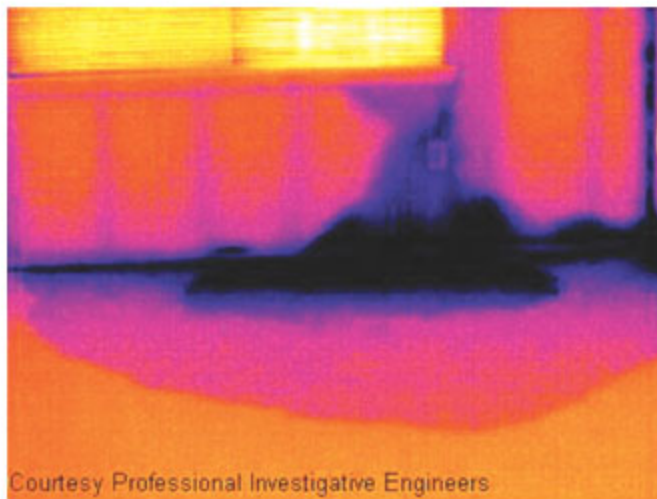
Например, нагрев и охлаждение таких участков происходит с различной скоростью в зависимости от материала и времени дня. Поэтому важно использовать и другие методы для проверки на повреждение из-за влажности и воды.

---

#### Рисунок

На изображении ниже показана обширная протечка на наружной стене, где вода проникла во внешнюю обшивку из-за неправильно установленного наружного подоконника.

10739503.a1



## 26.2 Дефектный контакт в розетке

---

**Общее** В зависимости от типа соединения в розетке неправильно присоединенный провод может привести к локальному повышению температуры. Такое повышение температуры вызывается уменьшением поверхности контакта между точкой соединения входящего провода и розеткой и может привести к пожару.

---

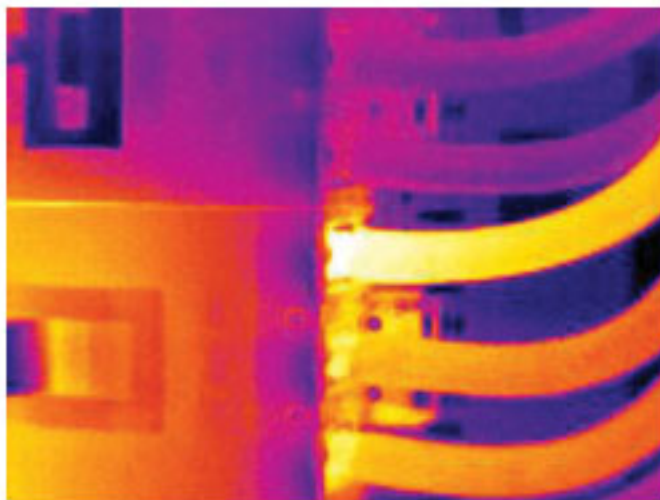
**ПРИМЕЧАНИЕ** Конструкции розеток разных производителей могут иметь значительные различия. Поэтому различные дефекты в розетке могут одинаково выглядеть на инфракрасном изображении.

Локальное повышение температуры может также возникнуть из-за неправильного контакта между проводом и розеткой или из-за разницы нагрузок.

---

**Рисунок** На изображении ниже показано присоединение кабеля к розетке, при котором неправильный контакт в соединении привел к локальному повышению температуры.

10739603.a1



## 26.3 Окисление контактов розетки

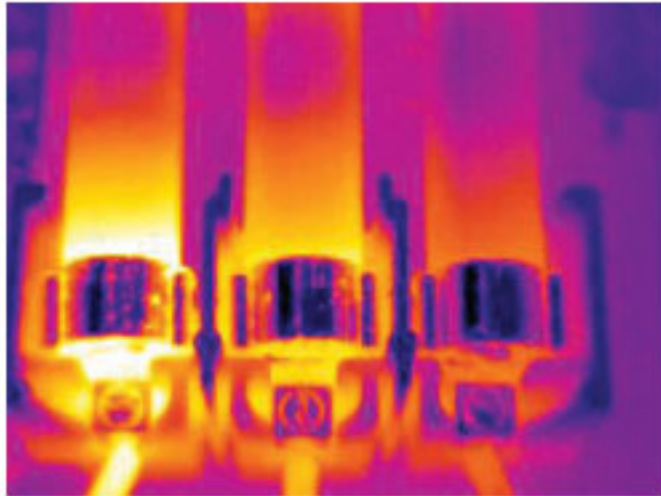
**Общее** В зависимости от типа розетки и условий окружающей среды контактные поверхности розетки могут окисляться. Окислы могут привести к локальному повышению сопротивления при подключении к розетке нагрузки, что можно увидеть по локальному повышению температуры на инфракрасном изображении.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Конструкции розеток разных производителей могут иметь значительные различия. Поэтому различные дефекты в розетке могут одинаково выглядеть на инфракрасном изображении.

Локальное повышение температуры может также возникнуть из-за неправильного контакта между проводом и розеткой или из-за разницы нагрузок.

**Рисунок** На изображении ниже показан ряд плавких предохранителей, один из которых имеет повышенную температуру на контактных поверхностях по отношению к зажиму. Повышение температуры незаметно на оголенном металле держателя предохранителя, но видно на керамическом материале предохранителя.

10739703.a1



## 26.4 Дефекты теплоизоляции

---

**Общее** Дефекты изоляции могут возникнуть из-за потери объема изоляции с течением времени, вследствие чего полость в каркасной стене оказывается заполненной не полностью.

Инфракрасная камера позволяет увидеть такие дефекты теплоизоляции, так как у них иные характеристики теплопроводности, по сравнению с участками с правильно установленной изоляцией, а также увидеть область, где воздух проникает в каркас здания.

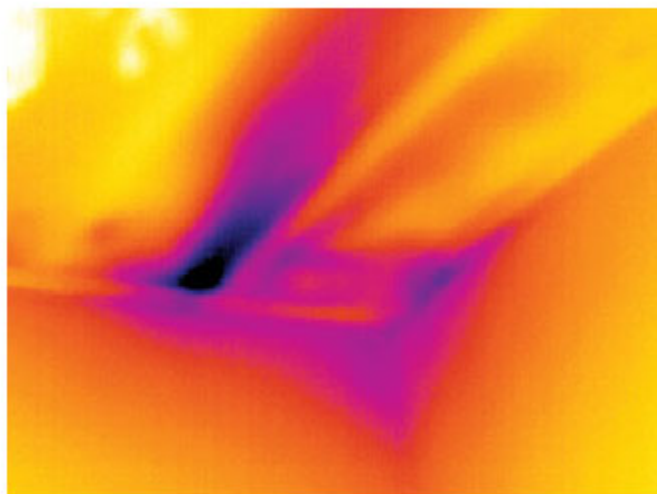
---

**ПРИМЕЧАНИЕ** При осмотре здания разность температур между внутренней и наружной частью должна быть не менее 10°C. Стойки, водопроводные трубы, бетонные колонны и тому подобные компоненты могут выглядеть на инфракрасном изображении как дефекты теплоизоляции. Незначительные различия также могут возникать естественным путем.

---

**Рисунок** На изображении ниже изоляция в несущей конструкции крыши отсутствует. Из-за отсутствия изоляции воздух проник в конструкцию крыши, что видно по характерному отличию на инфракрасном изображении.

10739803.a1



## 26.5 Сквозняк

### Общее

Сквозняки можно обнаружить под плинтусами, вокруг дверных и оконных коробок и за потолочным плинтусом. Такой тип сквозняков часто можно увидеть с помощью инфракрасной камеры, так как поток более холодного воздуха охлаждает окружающую поверхность.

### ПРИМЕЧАНИЕ

При выявлении сквозняков в доме необходимо создать давление ниже атмосферного. Перед созданием инфракрасных снимков закройте все двери, окна и вентиляционные отверстия и включите на некоторое время вытяжной вентилятор на кухне.

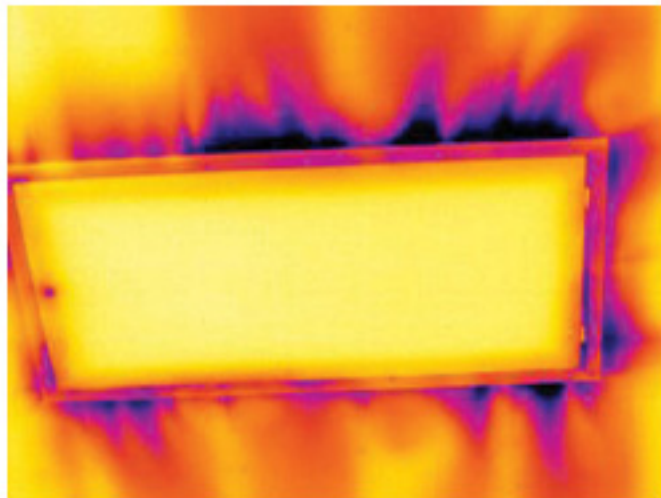
На инфракрасном изображении сквозняка часто видна форма потока, характерная для пара. На рисунке ниже ясно видно эту форму потока.

Следует также иметь в виду, что сквозняки могут скрываться теплом от систем обогрева пола.

### Рисунок

На изображении ниже показан потолочный люк, неправильная установка которого привела к сильному сквозняку.

10739903.a1



# 27 О компании FLIR Systems

Компания FLIR Systems, основанная в 1978 году, является инициатором создания высокоэффективных тепловизионных систем и мировым лидером по разработке, производству и продаже систем формирования инфракрасных изображений для широкого спектра коммерческих, промышленных и государственных приложений. В настоящее время FLIR Systems объединяет в своем составе пять крупных компаний, известных своими выдающимися достижениями в области инфракрасной технологии: с 1958 года — шведскую компанию AGEMA Infrared Systems (бывшая AGA Infrared Systems), три американские компании: Indigo Systems, FSI, и Inframetrics, и французскую компанию Cedip. В ноябре 2007 года FLIR Systems приобрела компанию Extech Instruments.

T638608.01

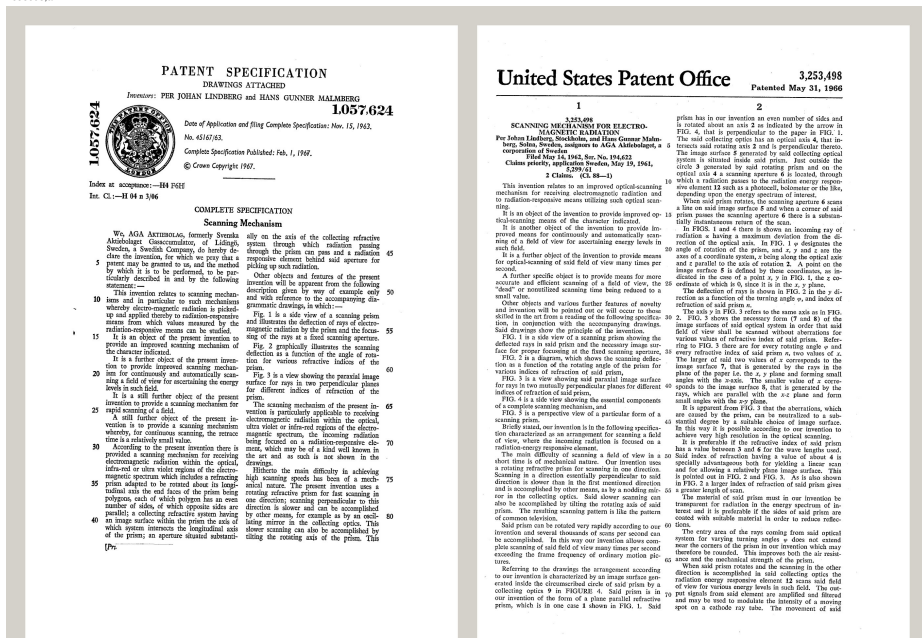


Рисунок 27.1 Патентные документы начала 1960-х годов

За этот период компания осуществила поставки более 140,000 ИК-камер по всему миру для применения в таких областях, как научно-исследовательские разработки, профилактическое диагностирование и неразрушающий контроль оборудования, управление технологическими процессами и автоматизация машинное зрение и др.



FLIR Systems владеет тремя заводами в США (в Портленде, штат Орегон; в Бостоне, штат Массачусетс; в Санта-Барбаре, штат Калифорния) и одним заводом в Швеции, расположенным в Стокгольме. С 2007 года также действует завод в Таллинне, Эстония. Кроме того, она имеет торговые представительства в Бельгии, Бразилии, Китае, Франции, Германии, Великобритании, Гонконге, Италии, Японии, Швеции и США, которые вместе с распространенной по всему миру сетью торговых агентов и дистрибьюторов оказывают необходимую поддержку постоянным клиентам во многих странах мира.

FLIR Systems является передовой компанией в области новых разработок и промышленного производства ИК-камер. Мы предвосхищаем потребности рынка, внося усовершенствования в имеющиеся модели и разрабатывая новые типы камер. Нашей компании принадлежат такие ключевые решения в развитии данной области техники, как первые портативные камеры с питанием от аккумулятора для проведения ИК-обследования промышленных объектов и первые ИК-камеры без системы искусственного охлаждения и многие другие.

10722703.a2



**Рисунок 27.2 СЛЕВА:** Thermovision® модель 661 выпуска 1969 года. Эта камера весила около 25 кг, осциллограф – 20 кг, а штатив – 15 кг. Кроме того, оператору требовался генератор переменного напряжения на 220 В и сосуд Дьюара на 10 л с жидким азотом. Слева от осциллографа видна фотоприставка Polaroid (6 кг). **СПРАВА:** FLIR i7 выпуска 2009 года. Вес: 0,34 кг вместе с аккумулятором.

FLIR Systems производит наиболее важные механические и электронные компоненты тепловизионных систем. Все этапы производственного процесса, начиная от проектирования детекторов и изготовления объективов и электронных плат, и заканчивая заводскими испытаниями и калибровкой готовых изделий, выпол-

няются и контролируются специалистами нашей компании. Высокая квалификация специалистов по инфракрасной технологии гарантирует точность и надежность всех основных конструктивных компонентов вашей инфракрасной камеры.

### **27.1**            *Не только камеры*

Руководство компании FLIR Systems понимает, что производства лучших в мире систем для ИК-съемки недостаточно. Мы уверены, что для более полного использования всех возможностей систем ИК-камеры нашим заказчикам требуются наиболее современные программные средства. Специальные программы для научно-исследовательских разработок, профилактического диагностирования и неразрушающего контроля производственных процессов разрабатываются собственными подразделениями компании. Большая часть программного обеспечения выпускается на нескольких языках.

Кроме того, компания выпускает широкий ассортимент дополнительных принадлежностей для адаптации ИК-оборудования к конкретным условиям эксплуатации.

### **27.2**            *Мы делимся своими знаниями*

Хотя и наши камеры сконструированы с учетом максимального удобства для пользователей, для полного использования их возможностей требуется определенный уровень знаний по термографии. Исходя из этого, компания FLIR Systems создала ИТС – Центр подготовки специалистов по инфракрасной технологии, который, являясь самостоятельным коммерческим предприятием, проводит сертифицированные курсы обучения в этой области техники. Обучение по программам ИТС дает неоценимые знания и практический опыт.

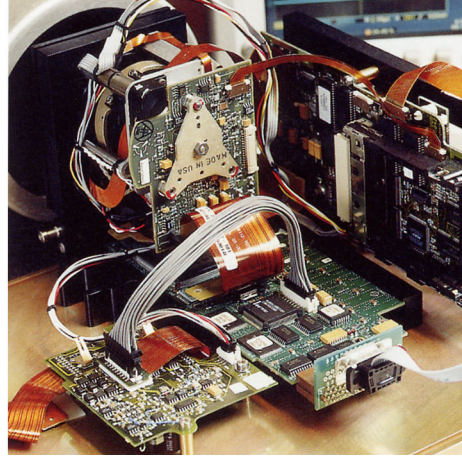
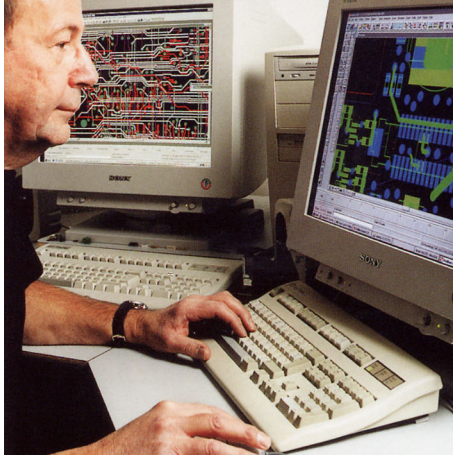
Персонал ИТС также поможет вам в применении ваших теоретических знаний по инфракрасной технике для решения практических задач.

### **27.3**            *Техническая поддержка пользователей продукции*

Компания FLIR Systems обладает сетью центров технического обслуживания, развернутой по всему миру. В обязанности этих центров входит обеспечение бесперебойной работы инфракрасных камер компании. Эти центры располагают всем необходимым оборудованием и высококлассными специалистами, способными в кратчайшие сроки устранить любые проблемы, связанные с функционированием инфракрасных камер. Это освобождает клиентов компании от необходимости отправлять свои камеры на другой конец света или обращаться за техническими рекомендациями к иноязычным специалистам.

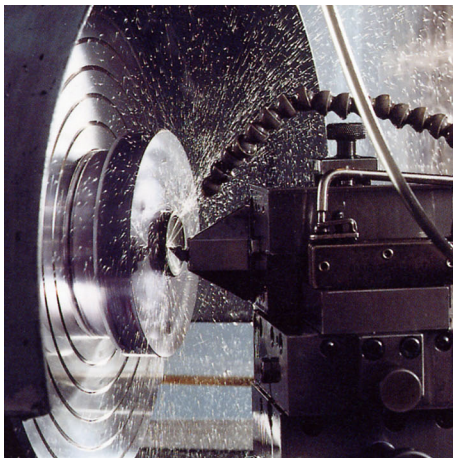
## 27.4 Несколько фотографий с наших заводов

10401303.a1



**Рисунок 27.3 СЛЕВА:** Разработка электроники системы; **СПРАВА:** Тестирование детектора МФП

10401403.a1



**Рисунок 27.4 СЛЕВА:** Алмазно-токарный механизм; **СПРАВА:** Полирование линз

10401503.a1



**Рисунок 27.5 СЛЕВА:** Тестирование инфракрасных камер в климатической камере; **СПРАВА:** Робот для тестирования и калибровки камеры

Термин или выражение	Пояснение
IR	инфракрасный
Laser LocatIR	Электрический источник света, находящийся на камере, который испускает лазерное излучение в виде тонкого, сфокусированного пучка, используемого для указания на определенные части объекта, расположенного перед камерой.
NETD (Температурная разница эквивалента шума)	Температурная разница эквивалента шума. Мера уровня шума в изображении, полученном с ИК камеры.
абсолютно черное тело	Оборудование, испускающее инфракрасное излучение и обладающее свойствами абсолютно черного тела, которое используется для калибровки инфракрасных камер.
абсолютно черное тело	Совершенно не отражающий объект. Его излучение полностью определяется его собственной температурой.
автопалитра	Инфракрасное изображение выводится в несбалансированной цветовой гамме - и холодные и теплые объекты отображаются одновременно.
автоподстройка	Режим работы, при котором камерой выполняется внутренняя корректировка изображения.
атмосфера	Газы, находящиеся в пространстве между исследуемым объектом и камерой; как правило, это воздух.
визуальный	Относится к видеорежиму ИК камеры, как противоположность стандартному, термографическому режиму. В видеорежиме камера фиксирует обычные видеоизображения (в видимой области спектра), тогда как термографические изображения камера регистрирует, когда она находится в ИК режиме.
внешняя оптика	Дополнительные объективы, фильтры, тепловые экраны и т.д., которые могут быть помещены между камерой и объектом измерений.
двойная изотерма	Изотерма с двумя цветовыми полосами вместо одной.
диапазон температур	Текущие общие ограничения на измерения температуры с помощью ИК камеры. Камеры могут работать в нескольких диапазонах. Диапазон выражается в виде двух температур абсолютно черного тела, ограничивающих текущую калибровку.

Термин или выражение	Пояснение
диапазон	Текущие общие ограничения на измерения температуры с помощью ИК камеры. Камеры могут работать в нескольких диапазонах. Диапазон выражается в виде двух температур абсолютно черного тела, ограничивающих текущую калибровку.
излучатель	Элемент оборудования, излучающего ИК излучение.
излучательная способность	Количество энергии, излучаемое в единицу времени единицей поверхности объекта ( $Вт/м^2$ )
излучение	Процесс испускания электромагнитной энергии некоторым объектом или газом.
изотерма	Функция, выделяющая те участки изображения, температура которых оказывается выше или ниже одного или нескольких интервалов температуры или между ними.
изотермическая полость	Излучатель в форме бутылки с однородной температурой, рассматриваемый через горлышко бутылки.
интервал	Интервал температурной шкалы, обычно выражаемый через величину сигнала.
инфракрасный	Невидимое излучение с длиной волны, приблизительно, 2–13 $\mu m$ .
конвекция	Конвекция представляет собой режим переноса тепла, при котором жидкость приводится в движение под воздействием силы тяжести либо другой силы, вследствие чего тепло переносится из одного места в другое.
коррекция изображения (внутренняя или внешняя)	Способ компенсации разницы в чувствительности в различных частях изображений в режиме реального времени, а также способ стабилизации камеры.
коэффициент излучения	Количество излучения, испускаемого объектом, по сравнению с излучением черного тела. Положительное число, не превосходящее единицы.
коэффициент отражения	Отношение количества излучения, отражаемого объектом, к количеству падающего на него излучения. Положительное число, не превосходящее единицы.
коэффициент пропускания (пропускание)	Газы и материалы могут быть прозрачными в большей или меньшей степени. Пропускание показывает количество ИК излучения, проходящего через них. Положительное число, не превосходящее единицы.

Термин или выражение	Пояснение
лазерный указатель	Электрический источник света, находящийся на камере, который испускает лазерное излучение в виде тонкого, сфокусированного пучка, используемого для указания на определенные части объекта, расположенного перед камерой.
мощность излучения	Количество энергии, излучаемое объектом в единицу времени (вт)
МПЗ	Мгновенное поле зрения: мера геометрического разрешения ИК камеры.
МФП	Матрица фокальной плоскости: тип ИК детектора.
непрерывная подстройка	Функция настройки изображения. Эта функция действует постоянно, непрерывно настраивая яркость и контраст в соответствии с характером изображения.
опорная температура	Температура, с которой можно сравнивать обычно измеряемые значения.
относительная влажность	Относительная влажность представляет собой соотношение текущей массы водяного пара в воздухе и максимальной, которая может содержаться в условиях насыщения.
палитра	Набор цветов, используемый для представления ИК изображения.
параметры объекта	Набор значений, описывающих условия, при которых проводились измерения объекта, и сам объект (такие как коэффициент излучения, видимая отраженная температура, расстояние и т.д.).
пиксель	<i>Элемент изображения.</i> Одна отдельная точка изображения.
поглощение (коэффициент поглощения)	Отношение излучения, поглощенного объектом, к падающему излучению. Положительное число, не превосходящее единицы.
Поле зрения	Угол в горизонтальной плоскости, в пределах которого видны объекты через ИК объектив.
полостной излучатель	Излучатель в форме бутылки с внутренней поглощающей поверхностью, наблюдаемой через горлышко бутылки.
примерное пропускание атмосферы	Значение пропускания, предложенное пользователем в качестве замены вычисленному значению
прозрачная изотерма	Изотерма, представляющая линейное распределение цветов, вместо заливки выделенных участков изображения.

Термин или выражение	Пояснение
расчетное пропускание атмосферы	Значение коэффициента пропускания, вычисленное на основании данных о температуре, относительной влажности воздуха и расстоянии до объекта.
ручная настройка	Способ настройки изображения, при котором некоторые параметры изменяются вручную.
светимость	Количество энергии, излучаемое объектом в единицу времени единицей поверхности в единичном угле (вт/м <sup>2</sup> /сфер.рад)
серое тело	Объект, на каждой длине волны излучающий одну и ту же долю от энергии излучения абсолютно черного тела на этой же волне.
сигнал объекта	Некалиброванное значение, определяемое количеством излучения, полученным камерой от объекта.
спектральная излучательная способность	Количество энергии, излучаемое объектом в единицу времени единицей поверхности на единичном интервале длин волн (вт/м <sup>2</sup> /м)
среда	Предметы и газы, испускающие излучение в направлении исследуемого объекта.
температурная разность или разность температур	Величина, являющаяся результатом вычитания двух значений температуры.
теплопроводность	Процесс, вызывающий рассеяние тепла в веществе.
термограмма	инфракрасное изображение
уровень	Центральное значение температурной шкалы, обычно представляющее величину сигнала.
фильтр	Фильтр изготавливается из материала, прозрачного для инфракрасного излучения только некоторых длин волн.
цвет насыщения	Участки, соответствующие температурам, выходящим за установленные значения уровня/интервала, окрашиваются цветами насыщения. Насыщенные цвета содержат 'перенасыщенный' цвет и 'недонасыщенный' цвет. Существует также третий красный цвет насыщения, который все участки отмечает как насыщенные, и это является указанием детектора на то, что, возможно, данный диапазон следует изменить.
цветовая температура	Температура, при которой достигается некоторый определенный цвет абсолютно черного тела.
шкала температур	Способ текущего отображения ИК изображения. Выражается в виде двух значений температуры, ограничивающих цвета.



<b>Термин или выражение</b>	<b>Пояснение</b>
шум	Небольшое нежелательное искажение инфракрасного изображения

---

# 29 Техника термографических измерений

## 29.1 Вступление

Инфракрасная (ИК) камера (тепловизор) измеряет и представляет в виде изображений испускаемое объектом инфракрасное излучение. Тот факт, что излучение является функцией температуры поверхности объекта, позволяет камере рассчитать и отобразить такую температуру.

Однако измеряемое камерой излучение зависит не только от температуры объекта, но и от излучательной способности объекта. Излучение также исходит от окружающей среды и отражается объектом. Кроме того, на излучение объекта и на отраженное излучение будет также оказывать воздействие поглощение в атмосфере.

Поэтому для точного измерения температуры надо компенсировать эффекты нескольких различных источников излучения. Это осуществляется камерой в реальном времени автоматически. Однако в камеру необходимо ввести следующие параметры объекта.

- Коэффициент излучения объекта.
- Видимая отраженная температура.
- Расстояние между объектом и камерой.
- Относительная влажность.
- Температура окружающего воздуха.

## 29.2 Коэффициент излучения

Самым важным параметром, который следует правильно ввести, является коэффициент излучения, который, кратко говоря, является мерой излучения, испускаемого объектом, по сравнению с излучением абсолютно черного тела при такой же температуре.

Обычно материалы объектов и обработанные поверхности имеют коэффициент излучения в диапазоне, приблизительно, от 0,1 до 0,95. Хорошо отполированная (зеркальная) поверхность имеет значение менее 0,1, тогда как окисленная или покрашенная поверхность – намного более высокий коэффициент излучения. Масляная краска, вне зависимости от цвета в видимом спектре, имеет в инфракрасном диапазоне коэффициент излучения свыше 0,9. Кожа человека имеет коэффициент излучения от 0,97 до 0,98.

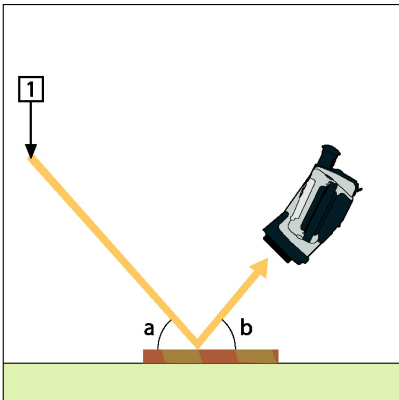
Неокисленные металлы представляют собой крайний случай идеальной непрозрачности и высокой отражающей способности, которая не меняется существенно с изменением длины волны. Следовательно, коэффициент излучения металлов является низким – только повышаясь с ростом температуры. Коэффициент излучения неметаллов обычно является высоким и понижается с ростом температуры.

## 29.2.1 Определение значения коэффициента излучения образца

### 29.2.1.1 Шаг 1: определение видимой отраженной температуры

Для определения видимой отраженной температуры можно воспользоваться одним из следующих двух методов.

#### 29.2.1.1.1 Метод 1: метод прямого измерения

1	<p>Определите возможные источники отраженного излучения, учитывая, что угол падения = углу отражения (<math>a = b</math>).</p> <p>10588903.a1</p> 
<p><b>Рисунок 29.1</b> 1 = источник отраженного излучения</p>	

- 2 Если источник отраженного излучения является точечным, прикройте его листом картона, чтобы ослабить излучение.

10589103.a2

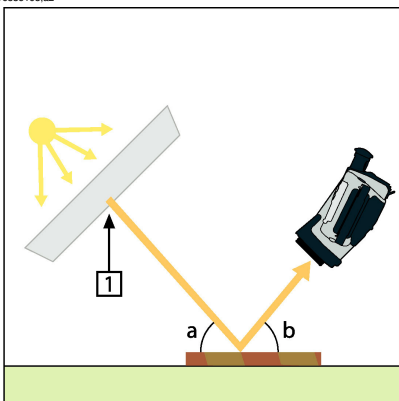


Рисунок 29.2 1 = источник отраженного излучения

- 3 Измерьте интенсивность излучения (т.е. отраженную температуру) от источника отраженного излучения, используя следующие настройки.

- Коэффициент излучения: 1,0
- $D_{obj}$ : 0

Вы можете измерить интенсивность излучения одним из следующих двух методов:

10589003.a2

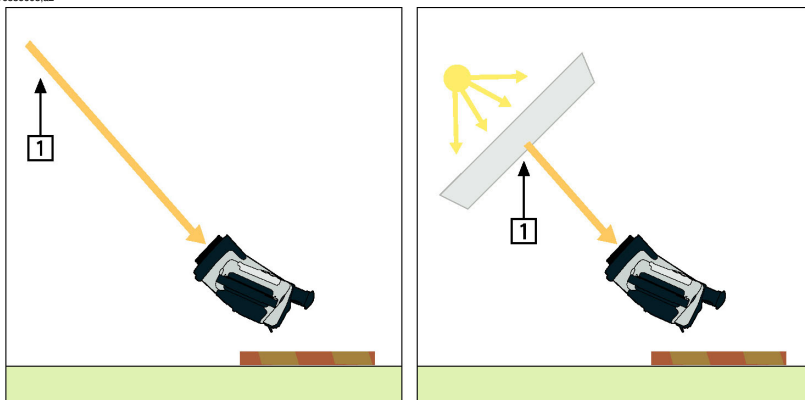


Рисунок 29.3 1 = источник отраженного излучения

**Примечание:** использование термопары для измерения видимой отраженной температуры не рекомендуется по двум основным причинам:

- с помощью термопары нельзя измерить интенсивность излучения;

- при использовании термопары необходимо обеспечить очень хороший термический контакт с поверхностью, который достигается, как правило, за счет приклеивания датчика и укрытия его термоизоляционным материалом.

### 29.2.1.1.2 Метод 2: метод отражателя

1	Сомните кусок алюминиевой фольги больших размеров.
2	Выпрямите фольгу и прикрепите ее на лист картона таких же размеров.
3	Установите лист картона впереди исследуемого объекта. При этом сторона, закрытая фольгой, должна быть направлена в сторону камеры.
4	Установите коэффициент излучения 1,0.
5	Измерьте и запишите значение видимой температуры от алюминиевой фольги.

10727003.a2



**Рисунок 29.4** Измерение видимой температуры от алюминиевой фольги.

### 29.2.1.2 Шаг 2: определение коэффициента излучения

1	Выберите место для размещения образца.
2	Определите и установите видимую отраженную температуру, как указано выше.
3	Поместите на образец отрезок изоляционной ленты с заранее известным высоким коэффициентом излучения.
4	Нагрейте образец до температуры, превышающей комнатную не менее чем на 20 К. Нагрев должен быть равномерным.
5	Сфокусируйте изображение, выполните автоматическую настройку камеры, затем получите стоп-кадр.
6	Настройте уровень и диапазон, чтобы получить наилучшую яркость и контрастность изображения.

7	Установите коэффициент излучения, соответствующий коэффициенту излучения изоляционной ленты (как правило, 0,97).
8	Измерьте температуру ленты, используя одну из следующих функций измерения: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ «Изотерма» (позволяет определить как значение температуры, так и равномерность нагрева образца);</li> <li>■ «Точка» (более простая процедура);</li> <li>■ «Прямоугольник Сред.» (для поверхностей с непостоянным коэффициентом излучения).</li> </ul>
9	Запишите значение температуры.
10	Переместите измерительную функцию на поверхность образца.
11	Изменяя установку коэффициента излучения, добейтесь тех же показаний температуры, которые были получены в ходе предыдущего измерения.
12	Запишите значение коэффициента излучения.

**Примечание:**

- Примите меры для предотвращения вынужденной конвекции.
- Выберите место с термически стабильной окружающей средой, не создающей точечных отражений.
- Используйте высококачественную непрозрачную ленту с известным высоким коэффициентом излучения.
- Этот метод измерения предполагает равенство температур ленты и поверхности образца. В противном случае будет получен ошибочный результат измерения коэффициента излучения.

### 29.3 Видимая отраженная температура

Данный параметр используется для компенсации излучения окружающих тел, отражаемого от объекта. Точная установка и компенсация видимой отраженной температуры особенно важны в тех случаях, когда коэффициент излучения мал, а температура объекта достаточно сильно отличается от отраженной температуры.

### 29.4 Расстояние

Параметр расстояние соответствует расстоянию между объектом и передней линзой объектива камеры. Этот параметр используется для компенсации влияния следующих двух явлений.

- Поглощение излучения от объекта атмосферой в промежутке между объектом и объективом камеры.
- Попадание собственного излучения атмосферы в объектив камеры.

## 29.5 *Относительная влажность*

Камера может также компенсировать тот факт, что пропускание в некоторой степени зависит от относительной влажности атмосферы. Это достигается установкой корректного значения относительной влажности. Для малых расстояний и нормальной влажности обычно можно оставлять относительную влажность равной значению по умолчанию, соответствующему 50%.

## 29.6 *Другие параметры*

Кроме того, некоторые камеры и аналитические программы FLIR Systems позволяют компенсировать следующие параметры.

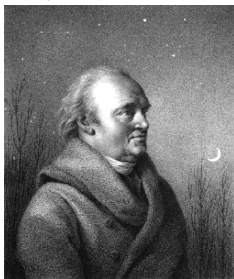
- Температура воздуха, т.е. температура воздуха между камерой и объектом.
- Температура внешней оптики, т.е. температура всех внешних линз и окошек, находящихся перед камерой.
- Пропускание внешней оптики, – т.е. пропускание всех внешних линз и окошек, находящихся перед камерой

---

# 30 История инфракрасной технологии

Еще 200 лет назад о существовании инфракрасного диапазона спектра электромагнитного излучения даже не было известно. Первоначальное значение открытия инфракрасного диапазона спектра или, как это часто называется ИК-излучения, как формы теплового излучения, какое оно имело во время его открытия Гершелем в 1800 году, в настоящее время, вероятно, трудно понять.

10386703.ai1



**Рисунок 30.1** Сэр Уильям Гершель (1738 – 1822 гг.)

Это открытие произошло случайно во время поиска нового оптического материала. Сэр Уильям Гершель, астроном при дворе короля Англии Георга III, к тому времени уже получивший известность за открытие планеты Уран, был занят поиском материала оптического фильтра, чтобы уменьшить яркость изображения солнца в телескопах во время наблюдений за ним. Испытывая различные образцы цветного стекла, дающие одинаковое понижение яркости, он, к своему удивлению, обнаружил, что некоторые образцы пропускали лишь незначительное количество солнечного тепла, в то время как другие пропускали столько тепла, что это могло привести к повреждению глаза уже через несколько секунд наблюдения.

Гершель вскоре пришел к выводу о необходимости проведения систематических исследований с целью нахождения того материала, который бы обеспечил необходимое понижение яркости в сочетании с максимальным понижением потока тепла через него. В начале исследований он фактически повторил эксперимент с призмой Ньютона, но при этом более чем видимое распределение интенсивности спектра его интересовал эффект нагрева. Сначала он закрасил чернилами шарик чувствительного стеклянного ртутного термометра, в результате чего получился своеобразный детектор излучения, который был использован для исследования эффекта нагрева, получаемого при использовании различных



цветов спектра, формируемого в верхней части распределения, путем пропускания солнечных лучей через стеклянную призму. Другие термометры, помещенные в стороне от солнечных лучей, служили для получения контрольных значений.

По мере медленного перемещения зачерненного термометра по цветам спектра значения температуры неуклонно повышались при движении от фиолетового к красному краю спектра. Это не явилось полной неожиданностью, поскольку итальянский исследователь, Ландриани, в аналогичном эксперименте в 1777 г. наблюдал схожий эффект. Однако именно Гершель первым установил, что должна существовать точка, в которой эффект нагрева достигает максимума и что эту точку не удастся найти с помощью измерений, относящихся к видимой части спектра.

10398903.a1



**Рисунок 30.2** Марцилио Ландриани (1746–1815 гг.)

Перемещая термометр в темную область за пределы красной границы спектра, Гершель установил, что нагрев продолжает увеличиваться. Точка максимального нагрева, которую он обнаружил, находилась далеко за пределами красной границы - сейчас мы называем это «инфракрасными длинами волн».

Когда Гершель сделал это открытие, он назвал эту новую часть электромагнитного спектра «термометрическим спектром». Само излучение Гершель иногда называл «темным теплом» или просто «невидимыми лучами». По иронии судьбы, несмотря на распространенное мнение, термин «инфракрасный» придумал не Гершель. Это слово стало впервые появляться в печатных материалах около 75 лет спустя, и его автор до сих пор не известен.

Использование Гершелем в исходном эксперименте стекла поначалу привело к полемике с его современниками на предмет реальности существования инфракрасных волн. Различные исследователи в попытках найти подтверждение его открытию использовали самые разные виды стекла без разбора, получая разную степень прозрачности в инфракрасном диапазоне. В своих более поздних экспериментах Гершель установил ограниченную прозрачность стекла для недавно

открытого теплового излучения, в результате чего он был вынужден сделать вывод, что оптика для инфракрасного излучения, вероятно, обречена быть, исключительно, из отражательных элементов (т.е. плоских и изогнутых зеркал). К счастью, это казалось истинным только до 1830 года, когда итальянский исследователь Меллони совершил выдающееся открытие: оказалось, что встречающаяся в природе каменная соль (NaCl), кристаллы которой могли иметь достаточную величину для того, чтобы из них можно было изготавливать линзы и призмы, имеет необычайно высокую степень прозрачности для инфракрасного излучения. В результате каменная соль стала основным материалом для инфракрасной оптики в следующие сто лет, вплоть до начала искусственного выращивания синтетических кристаллов, начиная с 1930 года.

10389103.a1



**Рисунок 30.3** Македонио Меллони (1798–1854 гг.)

Термометры в качестве детекторов излучения использовались в неизменном виде вплоть до 1829 г., когда Нобили изобрел термопару. (Собственный термометр Гершеля обеспечивал разрешение до 0,2 °С, а более поздние модели давали точность до 0,05 °С) Затем произошел прорыв; Меллони последовательно соединил некоторое количество термопар, которые образовали первую термобатарею. Новое устройство обладало, как минимум, в 40 раз большей чувствительностью по сравнению с лучшим термометром той эпохи в обнаружении теплового излучения - оно могло обнаружить тепло от человека, стоящего на расстоянии в три метра от него.

Первое, так называемое, «тепловое изображение» стало возможным в 1840 г. в результате работы сэра Джона Гершеля, сына открывателя инфракрасного излучения, также ставшего знаменитым астрономом. Возникающее благодаря неравномерному испарению тонкой масляной пленки, подвергающейся воздействию сфокусированной на ней тепловой картинки, тепловое изображение можно было видеть в отраженном свете, когда интерференционные эффекты

масляной пленки делали его видимым для глаза. Сэру Джону также удалось получить простейшее воспроизведение теплового изображения на бумаге, которое он назвал «термографом».

10389003.a2



**Рисунок 30.4** Сэмюэль П. Лэнгли (1834–1906 гг.)

Прогресс в повышении чувствительности детектора инфракрасного излучения был медленным. Следующим крупным прорывом, сделанным Лэнгли в 1880 г., явилось изобретение болометра. Болометр состоял из тонкой зачерненной полоски платины, подсоединенной к одному плечу цепи измерительного моста Уитстона, на которой было сфокусировано инфракрасное излучение и к которой был подключен чувствительный гальванометр. Имеются свидетельства о том, что данный инструмент мог обнаружить тепло от коровы на расстоянии 400 метров.

Английский ученый Сэр Джеймс Дьюар первым ввел использование сжиженных газов в качестве охлаждающей среды (таких как жидкий азот с температурой -196 °С) в исследованиях при низкой температуре. В 1892 г. он изобрел уникальный контейнер с вакуумной термоизоляцией, в котором можно хранить сжиженные газы в течение многих дней. Обычный «термос», используемый для хранения горячих и холодных напитков, создан на основе изобретения Дьюара.

В первые два десятилетия XX века изобретатели во всем мире осваивали использование инфракрасного излучения. Было выдано много патентов на устройства обнаружения людей, артиллерии, самолетов, кораблей и даже айсбергов. Первые работающие системы, в современном смысле, начали разрабатываться во время Первой мировой войны, когда обе противоборствующие стороны запустили исследовательские программы, направленные на военное использование инфракрасного излучения. В рамках этих программ велась разработка экспериментальных систем для обнаружения вторжения противника, замера температуры на расстоянии, защиты средств связи, а также для наведения «летающей торпе-

ды». Проходившая испытания в этот период система инфракрасного поиска могла обнаружить приближающийся аэроплан на расстоянии 1,5 км или человека на расстоянии более 300 метров.

Наиболее чувствительные системы в то время создавались на основе принципа болометра, однако в период между двумя мировыми войнами были разработаны два существенно новых инфракрасных детектора: преобразователь изображения и детектор фотонов. Поначалу преобразователь изображения привлекал сильнейшее внимание военных, поскольку он впервые в истории открывал возможность наблюдателю буквально «видеть в темноте». Однако чувствительность преобразователя изображения была ограничена ближним ИК диапазоном, и наиболее важные военные цели (т.е. солдаты противника) требовалось освещать инфракрасными поисковыми лучами. Поскольку при этом возникал риск обнаружения позиции наблюдателя аналогично оснащенным наблюдателем противника, то, понятно, что интерес военных к преобразователю изображения, в конечном счете, угас.

Тактические недостатки военного использования, так называемых, «активных» (т.е. оснащенных поисковыми лучами) систем теплового изображения дали толчок во время Второй мировой войны развитию интенсивных засекреченных военных программ по исследованию инфракрасного излучения с целью разработки «пассивных» систем (без поисковых лучей) на базе чрезвычайно чувствительного фотонного детектора. В этот период режим секретности военных разработок полностью скрывал состояние технологии инфракрасных изображений. Завеса секретности начала приоткрываться, только начиная с середины 1950-х годов, и с того времени соответствующие устройства тепловидения, наконец, стали становиться доступными для гражданской науки и промышленности.

# 31 Теория термографии

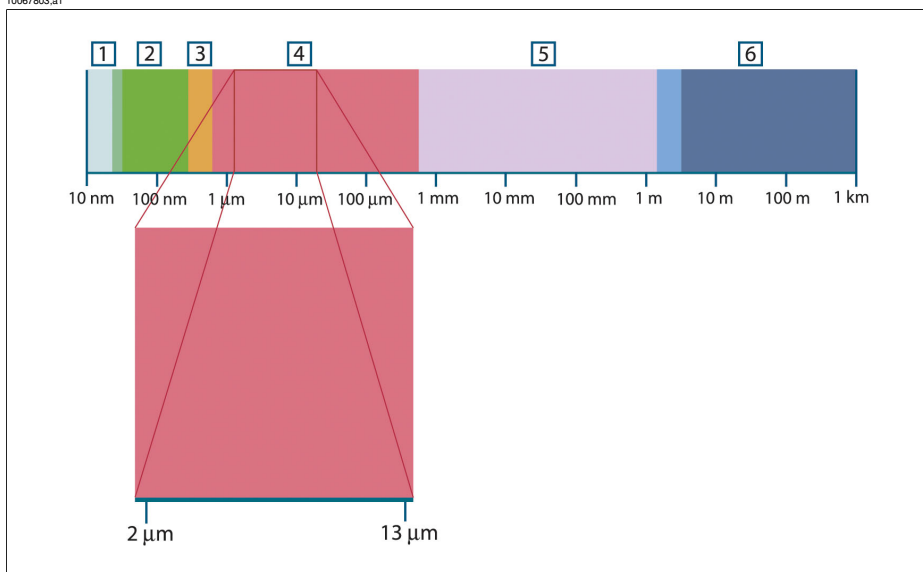
## 31.1 Вступление

Для большинства пользователей ИК-камер суть инфракрасного излучения и связанных с этим технологий до сих пор известны мало. В этом разделе будут приведены сведения по теоретическим основам термографии.

## 31.2 Спектр электромагнитного излучения

Спектр электромагнитного излучения условно разделен на несколько диапазонов с разными значениями длины волны, которые отличаются методами, используемыми для создания и обнаружения излучения. Фундаментального различия между излучением в разных диапазонах электромагнитного спектра нет. Они все подчиняются одним и тем же законам, и отличия между ними являются следствием только различия длины волны.

10067803.a1



**Рисунок 31.1** Спектр электромагнитного излучения 1: Рентген. лучи; 2: УФ; 3: Видимый; 4: ИК; 5: Микроволны; 6: Радиоволны

В термографии используется инфракрасный диапазон спектра. В коротковолновой его части (темно-красный цвет) пролегает граница с видимым спектром. В длинноволновой части он переходит в микроволновые радиоволны миллиметрового диапазона.

Инфракрасный диапазон часто подразделяется на четыре более коротких диапазона, границы которых также выбраны условно. Эти диапазоны определены следующим образом: *ближний инфракрасный* (0,75–3 мкм), *средний инфракрасный* (3–6 мкм), *дальний инфракрасный* (6–15 мкм) и *крайний инфракрасный* (15–100 мкм). Хотя значения длины волны даны в мкм (микрометрах), до сих пор в данном спектральном регионе часто применяются другие единицы измерения длины волн, *например*, нанометры (нм) и ангстремы (Å).

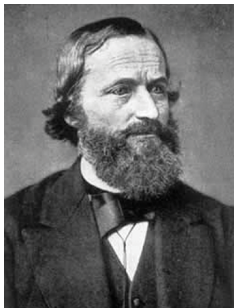
Между собой они соотносятся так:

$$10\,000\text{ \AA} = 1\,000\text{ nm} = 1\ \mu = 1\ \mu\text{m}$$

### 31.3 Излучение черного тела

Черное тело определяется как объект, поглощающий все падающее на него излучение на любой длине волны. Кажущееся неверным употребление термина «*черное*» по отношению к объекту, испускающему излучение, объясняется законом Кирхгоффа (*Густав Роберт Кирхгоф*, 1824–1887 гг.), который гласит, что тело, способное поглощать все излучение на любой длине волны, в равной мере способно и испускать излучение.

10398803.a1



**Рисунок 31.2** Густав Роберт Кирхгофф (1824–1887 гг.)

Устройство источника в виде черного тела, в принципе, весьма простое. Характеристики излучения отверстия в изотермической (равномерно нагретой) полости, сделанной из непрозрачного поглощающего материала, представляют почти точно свойства черного тела. Практическим воплощением данного принципа создания абсолютного поглотителя излучения является светонепроницаемый ящик с отверстием в одной из сторон. Любое входящее через отверстие излучение рассеивается и поглощается вследствие многократных отражений, поэтому может выйти только бесконечно малая его часть. Степень черноты в отверстии почти равна черному телу и является почти идеальной для всех длин волн.

Если установить в такой изотермическую полость подходящий нагреватель, то тогда она становится так называемым «*полостным излучателем*». |Равномерно нагретая изотермическая полость создает излучение черного тела, характеристики которого определяются исключительно температурой полости. Такие полостные излучатели обычно используются в лабораториях в качестве источников излучения для калибровки термографических инструментов, таких, например, как ИК-камеры компании FLIR Systems.

Если температура излучения черного тела поднимается выше 525°C, источник становится видимым, и для глаза он уже не кажется черным. Это начальная температура красного нагрева излучателя, который затем меняет цвет, становясь оранжевым или желтым по мере дальнейшего увеличения температуры. Так называемую «*цветовую температуру*» объекта можно определить как температуру, до которой надо нагреть черное тело, чтобы оно окрасилось в данный цвет.

Теперь рассмотрим три выражения, описывающих испускаемое черным телом излучение.

### 31.3.1 Закон Планка

10399203.a1



**Рисунок 31.3** Макс Планк (1858–1947 гг.)

*Макс Планк* (1858–1947 гг.) смог описать распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела с помощью следующей формулы:

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left( e^{hc/\lambda kT} - 1 \right)} \times 10^{-6} [Watt / m^2, \mu m]$$

где

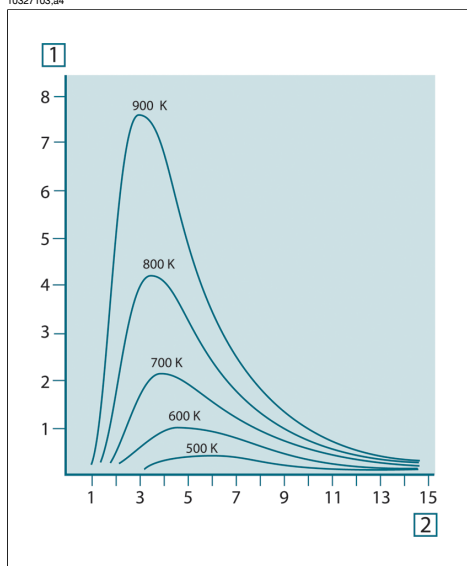
$W_{\lambda b}$	спектральная излучательная способность черного тела на длине волны $\lambda$ .
-----------------	--

c	скорость света = $3 \times 10^8$ м/с
h	постоянная Планка = $6,6 \times 10^{-34}$ Дж·с.
k	постоянная Больцмана = $1,4 \times 10^{-23}$ Дж/К.
T	абсолютная температура черного тела (°K)
$\lambda$	длина волны (м).

☛ Используется множитель  $10^{-6}$ , так как спектральная излучательная способность в кривых выражена в Вт/м<sup>2</sup>,  $\mu\text{м}$ .

Формула Планка, построенная в виде графиков для разных температур, дает семейство кривых. Согласно любой из кривых Планка, спектральная излучательная способность равна нулю при  $\lambda = 0$ , затем быстро увеличивается до максимума на длине волны  $\lambda_{\text{max}}$ , после чего опять приближается к нулю для очень длинных волн. Чем выше температура, тем короче длина волны, при которой достигается максимум.

10327103.a4



**Рисунок 31.4** Кривые спектральной излучательной способности черного тела в соответствии с законом Планка, построенные для разных значений абсолютной температуры **1**: Спектральная излучательная способность (Вт/см<sup>2</sup> × 10<sup>3</sup>( $\mu\text{м}$ )); **2**: Длина волны ( $\mu\text{м}$ ).



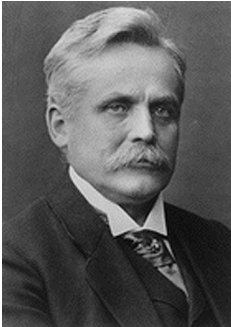
### 31.3.2 Закон смещения Вина

После дифференцирования формулы Планка по  $\lambda$  и нахождения максимума имеем:

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T} [\mu m]$$

Это формула Вина (*Вильгельм Вин*, 1864–1928 гг.), математически выражающая обычно наблюдаемое изменение цвета от красного до оранжевого или желтого при повышении температуры теплового излучателя. Длина волны цвета равна длине волны, рассчитанной для  $\lambda_{\max}$ . Хорошее приближение значения  $\lambda_{\max}$  для данной температуры черного тела получается при применении приближенного правила 3000/T-мкм. Так, спектральная излучательная способность очень горячей звезды вроде Сириуса (11000К), излучающей бело-голубой свет, достигает пика в невидимом ультрафиолетовом спектре на длине волны 0,27 мкм.

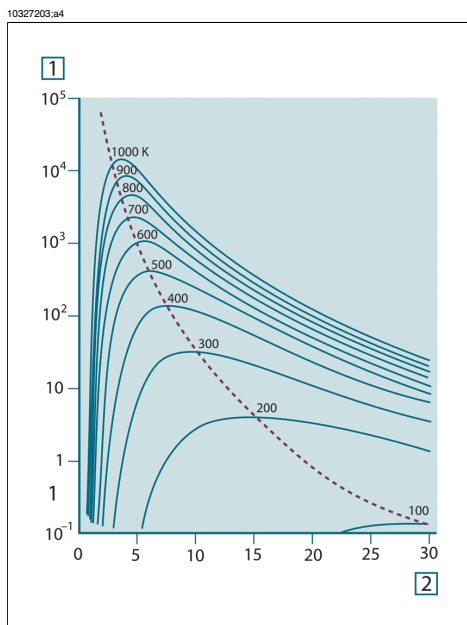
10389403.a1



**Рисунок 31.5** Вильгельм Вин (1864–1928 гг.)

Спектральная излучательная способность Солнца (около 6000К), излучающего желтый свет, достигает пика в районе 0,5 мкм в середине спектра видимого света.

При комнатной температуре (300К) пик значения излучательной способности достигается при 9,7 мкм в дальнем инфракрасном диапазоне, в то время как при температуре жидкого азота (77К) максимум излучательной способности чрезвычайно слабого излучения достигается на длине волны 38 мкм в крайнем инфракрасном спектре.



**Рисунок 31.6** Кривые Планка, построенные в полулогарифмическом масштабе от 100 К до 1000 К. Пунктирная линия представляет геометрическое место точек максимума излучательной способности при каждой температуре согласно закону смещения Вина **1**: Спектральная излучательная способность ( $\text{Вт/см}^2$  ( $\mu\text{км}$ )); **2**: Длина волны ( $\mu\text{км}$ )

### 31.3.3 Закон Стефана-Больцмана

Интегрированием формулы Планка от  $\lambda = 0$  до  $\lambda = \infty$  получаем интегральную излучательную способность ( $W_b$ ) черного тела:

$$W_b = \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

Это формула Стефана-Больцмана (*Йозеф Стефан*, 1835–1893, и *Людвиг Больцман*, 1844–1906), которая гласит, что интегральная излучательная способность черного тела пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры. Графически  $W_b$  представляет собой область под кривой Планка для конкретной температуры. Можно показать, что излучательная способность в интервале от  $\lambda = 0$  до  $\lambda_{\text{max}}$  составляет только 25% от интегральной излучательной способности, что представляет собой приблизительно количество излучения Солнца, лежащего в спектре видимого света.

10399303.a1



**Рисунок 31.7** Джозеф Стефан (1835–1893 гг.) и Людвиг Больцман (1844–1906 гг.)

При расчете мощности излучения человеческого тела по формуле Стефана-Больцмана при температуре 300 К и площади поверхности около 2 м<sup>2</sup> получаем 1 кВт. Эта потеря энергии при комнатной температуре, не очень сильно отличающейся от температуры тела, не могла бы быть продолжительной, если бы не компенсирующее ее поглощение излучения от окружающих поверхностей и, разумеется, если бы не наличие одежды.

### 31.3.4 Излучатели, не являющиеся черными телами

До сих пор обсуждались только черные излучатели и излучение черного тела. Однако реальные объекты почти никогда не соответствуют этим законам на широком диапазоне значений длины волны, хотя в некоторых спектральных интервалах они могут приближаться к характеристикам черного тела. Например, белая краска кажется идеально *белой* в спектре видимого света, но становится явно *серой* на длине волны примерно 2 мкм, а за пределами 3 мкм она вообще почти *черная*.

Реальным объектам помешать стать черными телами могут три процесса: часть  $\alpha$  падающего излучения может быть поглощена, часть  $\rho$  может быть отражена, а часть  $\tau$  может пройти через объект. Поскольку все эти процессы в той или иной степени зависят от длины волны, символ  $\lambda$  применяется для обозначения спектральной зависимости для их определения следующим образом.

- Коэффициент спектрального поглощения  $\alpha_\lambda$  равен отношению мощности излучения, поглощенной объектом на определенной длине волны, ко всей входной мощности.
- Коэффициент спектрального отражения  $\rho_\lambda$  равен отношению мощности излучения, отраженной объектом на определенной длине волны, ко всей входной мощности.
- Коэффициент спектрального пропускания  $\tau_\lambda$  равен отношению мощности излучения, прошедшей сквозь объект на определенной длине волны, ко всей входной мощности.

Сумма этих трех коэффициентов всегда должна равняться единице при любой длине волны, поэтому:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

Для непрозрачных материалов  $\tau_\lambda = 0$ , поэтому отношение упрощается:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Другой коэффициент, называемый коэффициентом излучения, требуется для описания части  $\varepsilon$  излучения черного тела, создаваемого объектом при определенной температуре. Таким образом, получаем следующее определение:

Спектральный коэффициент излучения  $\varepsilon_\lambda$  равен отношению спектральной мощности излучения, создаваемого объектом, к мощности излучения черного тела при одних и тех же температуре и длине волны.

Математически это может быть записано как отношение спектральной излучательной способности объекта к спектральной излучательной способности черного тела:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

Вообще говоря, существует три типа источников излучения, отличающихся тем, как спектральная излучательная способность изменяется при изменении длины волны.

- Черное тело, для которого  $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$ .
- Серое тело, для которого  $\varepsilon_\lambda = \varepsilon =$  постоянная, меньшая единицы.
- Избирательный излучатель, для которого  $\varepsilon$  изменяется при изменении длины волны.

Согласно закону Кирхгоффа, для любого материала спектральный коэффициент излучения и спектральный коэффициент поглощения тела равны для любой заданной температуры и длины волны. То есть:

$$\varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

Из этого для непрозрачных материалов мы получаем (поскольку  $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$ ):

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Для хорошо отполированных материалов  $\varepsilon_\lambda$  приближается к нулю, поэтому для идеального отражающего материала (т.е. идеального зеркала) имеем

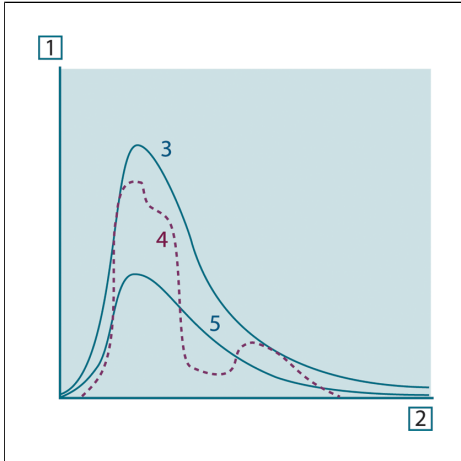
$$\rho_\lambda = 1$$

Для излучателя в виде серого тела формула Стефана-Больцмана принимает вид:

$$W = \varepsilon\sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

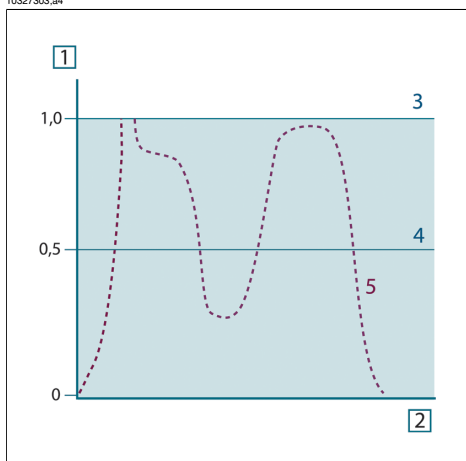
Это означает, что интегральная излучаемая мощность серого тела по сравнению с интегральной излучаемой мощностью черного тела меньше в соответствии с величиной  $\varepsilon$  для серого тела.

10401203.a2



**Рисунок 31.8** Спектральная излучательная способность трех типов излучателей 1: Спектральная излучательная способность; 2: Длина волны; 3: Черное тело; 4: Избирательный излучатель; 5: Серое тело.

10327303.a4



**Рисунок 31.9** Спектральный коэффициент излучения трех типов излучателей 1: Спектральный коэффициент излучения; 2: Длина волны; 3: Черное тело; 4: Серое тело; 5: Избирательный излучатель.

### 31.4 Полупрозрачные для инфракрасных лучей материалы

Рассмотрим теперь неметаллическое полупрозрачное тело, например в виде толстой плоской плиты из пластикового материала. При нагревании такой плиты испускаемое из глубины этой плиты излучение должно пробиться сквозь материал на поверхности, причем оно частично поглощается материалом. Более того, когда оно достигнет поверхности, часть его будет отражена назад в глубину. Отраженное излучение опять частично будет поглощено, но некоторая его часть достигнет другой поверхности, через которую большая часть его покинет плиту, а другая будет опять отражена внутрь. Хотя последующие отражения становятся все слабее и слабее, их следует учитывать при нахождении общей излучательной способности плиты. После сложения результирующих геометрических рядов эффективный коэффициент излучения полупрозрачной плиты выражается следующей формулой:

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{(1 - \rho_{\lambda})(1 - \tau_{\lambda})}{1 - \rho_{\lambda}\tau_{\lambda}}$$

Для непрозрачной плиты эта формула упрощается до вида:

$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

Это последнее отношение особенно удобно, т.к. часто бывает проще измерять отражение, чем напрямую измерять коэффициент излучения.

---

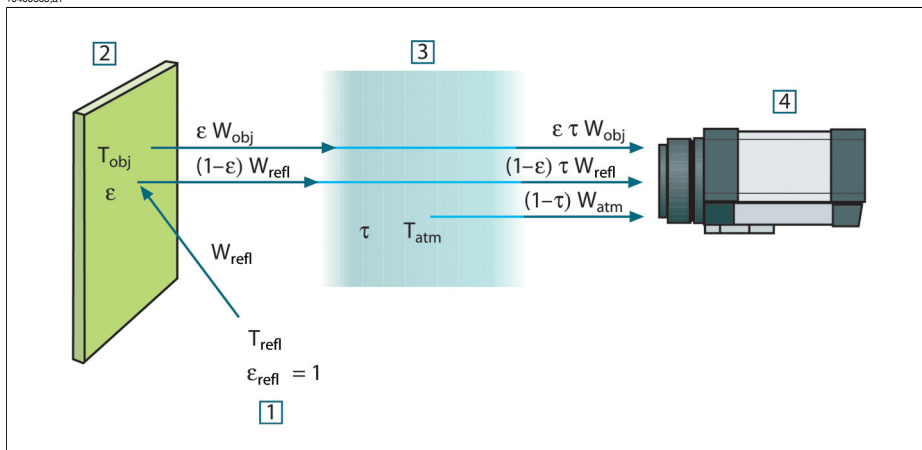
## 32            Формула для обработки результатов измерений

Как уже отмечалось, при наведении на объект камера принимает излучение не только от самого объекта. Она также принимает излучение от окружающей среды, которое отражается поверхностью объекта. Обе эти компоненты излучения, до некоторой степени, ослабляются при прохождении через атмосферу на пути к камере. В результате появляется третья составляющая излучения, создаваемая уже самой атмосферой.

Данное описание ситуации с измерениями, как показано на рисунке ниже, является довольно-таки близким к истине описанием реальных условий. Факторами, которыми в данном случае можно пренебречь, являются, например, рассеяние солнечного света в атмосфере или рассеянное излучение от сильных источников, находящихся вне поля обзора. Такие возмущения с трудом поддаются количественному описанию, однако в большинстве случаев они, к счастью, достаточно малы, чтобы ими можно пренебречь. В том случае, когда этими помехами пренебречь нельзя, конфигурация измерения будет, скорее всего, такова, что риск искажения очевиден, по крайней мере, для подготовленного оператора. Тогда ответственностью оператора будет изменение ситуации при выполнении измерений, чтобы избежать влияния помех, например путем изменения направления наблюдения, экранирования источников сильного излучения и т.п.

Приняв приведенное выше описание, мы можем использовать нижерасположенный рисунок для вывода формулы вычисления температуры объекта на выходе откалиброванной камеры.

10400503.a1



**Рисунок 32.1** Схематическое представление ситуации при общих термографических измерениях  
1: Среды; 2: Объект; 3: Атмосфера; 4: Камера

Предположим, что энергия, получаемая при излучении  $W$  от черного тела в качестве источника температуры  $T_{source}$  на коротком расстоянии создает выходной сигнал камеры  $U_{source}$ , который пропорционален энергии на входе (камера с выходом, линейно пропорциональным мощности). Тогда можем записать (уравнение 1):

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

или упрощенно:

$$U_{source} = CW_{source}$$

где  $C$  - константа.

Если источником является серое тело с излучательной способностью  $\epsilon$ , получаемое излучение будет, следовательно, иметь значение  $\epsilon W_{source}$ .

Теперь мы можем записать три слагаемых принимаемой энергии излучения:

1. *Светимость объекта* =  $\epsilon\tau W_{obj}$ , где  $\epsilon$  является светимостью объекта, а  $\tau$  является коэффициентом пропускания атмосферы. Температура объекта -  $T_{obj}$ .

2. *Отраженное излучение окружающих источников* =  $(1 - \epsilon)\tau W_{refl}$ , где  $(1 - \epsilon)$  является коэффициентом отражения объекта. Сторонние источники имеют температуру  $T_{refl}$ .



Расчеты основаны на допуске, что температура  $T_{refl}$  одинакова для всех излучающих поверхностей внутри полусферы, видимой с точки на поверхности объекта. Конечно, это является некоторым упрощением реальной ситуации. Однако это – необходимое упрощение для вывода формулы, с которой можно работать, а температуре  $T_{refl}$  можно, по крайней мере, теоретически сопоставить значение, которое будет соответствовать эффективной температуре сложной окружающей среды.

Следует также учесть, что за основу было взято предположение о том, что излучательная способность для окружающей среды = 1. Это соответствует закону Кирхгофа: все излучение, попадающее на окружающие поверхности, будет, в конечном счете, поглощено этими же поверхностями. Таким образом, излучательная способность = 1 (хотя следует отметить, что в дискуссиях последнего времени говорится о необходимости учета полной сферы вокруг объекта).

3. *Светимость атмосферы* =  $(1 - \tau)TW_{atm}$ , где  $(1 - \tau)$  является светимостью атмосферы. Температура атмосферы равна  $T_{atm}$ .

Теперь можно записать общую получаемую энергию излучения (уравнение 2):

$$W_{tot} = \varepsilon\tau W_{obj} + (1 - \varepsilon)\tau W_{refl} + (1 - \tau)W_{atm}$$

Умножаем каждое слагаемое на константу  $C$  из уравнения 1, заменяем произведения  $CW$  соответствующими  $U$  согласно тому же уравнению и получаем (уравнение 3):

$$U_{tot} = \varepsilon\tau U_{obj} + (1 - \varepsilon)\tau U_{refl} + (1 - \tau)U_{atm}$$

Решаем уравнение 3 для  $U_{obj}$  (уравнение 4):

$$U_{obj} = \frac{1}{\varepsilon\tau} U_{tot} - \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} U_{refl} - \frac{1 - \tau}{\varepsilon\tau} U_{atm}$$

Это общая формула измерений, используемая во всем термографическом оборудовании FLIR Systems. Напряжения, получаемые из данной формулы, следующие:

**Рисунок 32.2** Напряжения

$U_{obj}$	Вычисленное выходное напряжение камеры для черного тела с температурой $T_{obj}$ , т.е. напряжение, которое может быть преобразовано непосредственно в действительную температуру интересующего объекта.
$U_{tot}$	Измеренное выходное напряжение камеры для данного случая.

$U_{\text{refl}}$	Теоретическое выходное напряжение камеры для черного тела с температурой $T_{\text{refl}}$ согласно калибровке.
$U_{\text{atm}}$	Теоретическое выходное напряжение камеры для черного тела с температурой $T_{\text{atm}}$ согласно калибровке.

Оператор должен предоставить для вычисления несколько значений параметров:

- излучательная способность объекта  $\epsilon$ ;
- относительная влажность;
- $T_{\text{atm}}$
- расстояние до объекта ( $D_{\text{obj}}$ );
- (эффективная) температура окружающей среды объекта или отраженная температура сторонних объектов  $T_{\text{refl}}$ ;
- температура атмосферы  $T_{\text{atm}}$ .

Эта задача иногда может оказаться трудновыполнимой для оператора, поскольку в конкретном случае обычно не существует простых способов получения точных значений излучательной способности и коэффициента пропускания атмосферы. Получение этих двух температур обычно не составляет сложностей, если окружающая среда не содержит больших и сильных источников излучения.

В этой связи возникает естественный вопрос: насколько важным является получение правильных значений этих параметров? Чтобы уже здесь ощутить эту проблему, представляется интересным рассмотреть некоторые различные случаи измерений и сравнить относительные величины трех слагаемых излучения. Это поможет ответить на вопрос о том, где важно использовать точные значения тех или иных параметров.

На приведенных ниже рисунках представлены относительные величины трех слагаемых излучения для трех различных температур объекта, двух значений излучательной способности и двух спектральных диапазонов: SW и LW. Остальные параметры имеют следующие фиксированные значения:

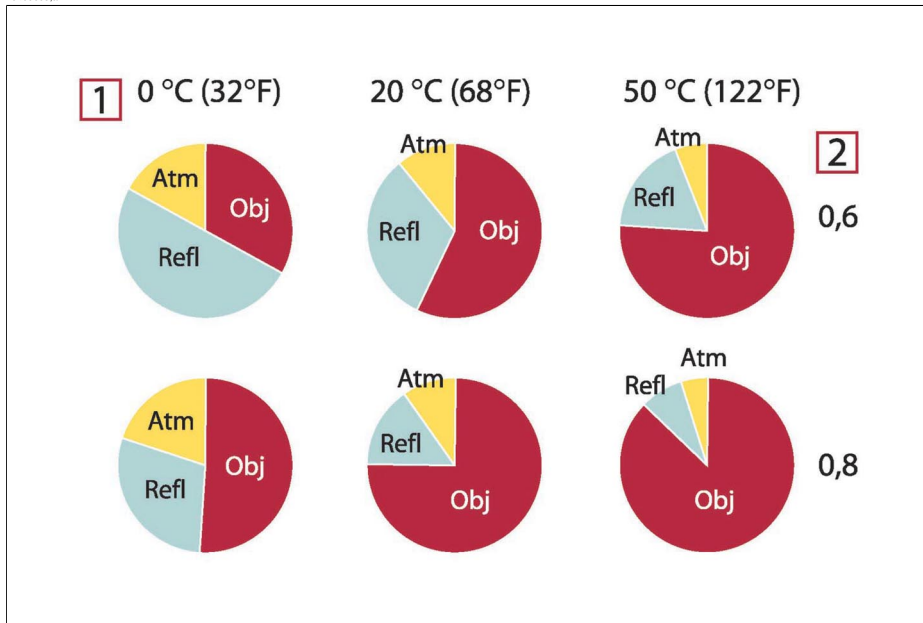
- $\tau = 0,88$ ;
- $T_{\text{refl}} = +20^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{atm}} = +20^{\circ}\text{C}$

Является очевидным, что измерение низких температур объекта является более критичным нежели измерение высоких температур, поскольку в первом случае «возмущающие» источники излучения имеют сравнительно большее воздействие. Если при этом излучательная способность объекта низкая, то ситуация еще более усложняется.

В завершение мы должны рассмотреть вопрос о важности получения возможности использовать кривую калибровки выше наивысшей точки калибровки, что называется экстраполяцией. Предположим, что в определенном случае в результате измерения мы получаем  $U_{tot} = 4,5$  вольт. Максимальная точка калибровки для камеры была порядка 4,1 вольт; измеренное значение неизвестно оператору. Таким образом, даже если объектом является черное тело, т.е.  $U_{obj} = U_{tot}$ , мы фактически выполняем экстраполяцию кривой калибровки при преобразовании 4,5 вольт в значение температуры.

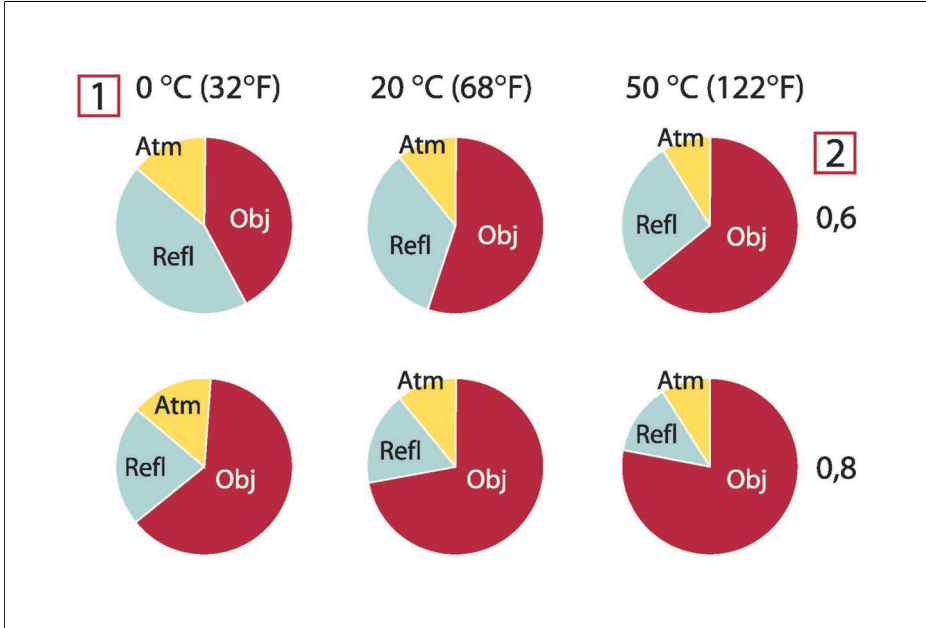
Теперь предположим, что объект не является черным и имеет излучательную способность (коэффициент излучения) 0,75, а коэффициент пропускания равен 0,92. Предположим также, что два последних слагаемых уравнения 4 вместе составляют 0,5 вольт. Вычислив  $U_{obj}$  через уравнение 4, получаем  $U_{obj} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$ . Эта экстраполяция является довольно рискованной, особенно если учесть, что видеоусилитель может ограничивать выход до 5 вольт! Однако следует отметить, что применение кривой калибровки является теоретической процедурой, при которой не существует электронных или иных ограничений. Можно с уверенностью утверждать, что если бы не существовало ограничений на сигнал в камере и если бы значение калибровки камеры намного превышало 5 вольт, полученная в результате кривая в значительной степени совпадала бы с нашей реальной кривой, экстраполированной на значения выше 4,1 вольта, при условии, что алгоритм калибровки основан на физике процесса излучения, как и алгоритм FLIR Systems. Но, конечно, для таких экстраполяций должно существовать ограничение.

10400603.a2



**Рисунок 32.3** Относительные величины источников излучения при различных условиях измерений (SW-камера). **1:** Температура объекта; **2:** Светимость; **Obj:** Излучение объекта; **Refl:** Отраженное излучение; **Atm:** излучение атмосферы. Фиксированные параметры:  $\tau = 0,88$ ;  $T_{\text{refl}} = 20^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{atm}} = 20^\circ\text{C}$ .

10400703.a2



**Рисунок 32.4** Относительные величины источников излучения при различных условиях измерений (LW-камера). **1:** Температура объекта; **2:** Светимость; **Obj:** Излучение объекта; **Refl:** Отраженное излучение; **Atm:** излучение атмосферы. Фиксированные параметры:  $\tau = 0,88$ ;  $T_{\text{refl}} = 20^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{atm}} = 20^{\circ}\text{C}$ .

---

# 33 Таблицы коэффициентов излучения

В данном разделе представлены сводные данные по коэффициенту излучения, полученные из литературы по ИК-технике, а также по результатам измерений, выполненных компанией FLIR Systems.

## 33.1 Список литературы

1	Mikaél A. Bramson: <i>Infrared Radiation, A Handbook for Applications</i> , Plenum press, N.Y.
2	William L. Wolfe, George J. Zissis: <i>The Infrared Handbook</i> , Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3	Madding, R. P.: <i>Thermographic Instruments and systems</i> . Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4	William L. Wolfe: <i>The Infrared Handbook</i> , Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5	Jones, Smith, Probert: <i>External thermography of buildings...</i> , Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6	Paljak, Pettersson: <i>Thermography of Buildings</i> , Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7	Vlcek, J.: <i>Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at <math>\lambda = 5 \mu\text{m}</math></i> . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8	Kern: <i>Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites</i> , Defence Documentation Center, AD 617 417.
9	Öhman, Claes: <i>Emittansmätningar med AGEMA E-Box</i> . Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emissance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10	Mattei, S., Tang-Kwor, E: <i>Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between <math>-36^{\circ}\text{C}</math> AND <math>82^{\circ}\text{C}</math></i> .
11	Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12	Техническая публикация ИТС 32.
13	Техническая публикация ИТС 29.

### 33.2 Важное примечание по таблицам коэффициентов излучения

Значения коэффициента излучения в таблице приведены для коротковолновой (SW) камеры. Данные носят только рекомендательный характер и должны применяться с необходимой мерой предосторожности.

### 33.3 Таблицы

**Рисунок 33.1** Т: Полный спектр; **SW**: 2–5 мкм; **LW**: 8–14 мкм; **LLW**: 6,5–20 мкм; **1**: Материал; **2**: Описание; **3**: Температура, °C; **4**: Спектр; **5**: Коэффициент излучения **6**: Ссылка на источник

1	2	3	4	5	6
Крыло сверхгладкий, черный 1602	Гладкий, черный	Комнатная температура до 175	LW	Ок. 0,96	12
Крыло сверхгладкий, черный 1602	Гладкий, черный	Комнатная температура до 175	MW	Ок. 0,97	12
Nextel Velvet 811-21 черный	Гладкий, черный	-60–150	LW	> 0,97	10 и 11
Алюминиевая бронза		20	T	0,60	1
Алюминий	анодированный, светло-серый, тусклый	70	LW	0,97	9
Алюминий	анодированный, светло-серый, тусклый	70	SW	0,61	9
Алюминий	анодированный, черный, тусклый	70	LW	0,95	9
Алюминий	анодированный, черный, тусклый	70	SW	0,67	9
Алюминий	анодированный лист	100	T	0,55	2
Алюминий	без обработки, лист	100	T	0,09	2
Алюминий	без обработки, пластина	100	T	0,09	4
Алюминий	лист, 4 образца с царапинами различного вида	70	LW	0,03–0,06	9

1	2	3	4	5	6
Алюминий	лист, 4 образца с царапинами различного вида	70	SW	0,05–0,08	9
Алюминий	напыленный в вакууме	20	T	0,04	2
Алюминий	обработанная на черную поверхность	27	3 мкм	0,28	3
Алюминий	обработанная на черную поверхность	27	10 мкм	0,18	3
Алюминий	отливка, пескоструйная очистка	70	LW	0,46	9
Алюминий	отливка, пескоструйная очистка	70	SW	0,47	9
Алюминий	погруженная в HNO <sub>3</sub> , пластина	100	T	0,05	4
Алюминий	подвергшийся сильному атмосферному воздействию	17	SW	0,83–0,94	5
Алюминий	полированная пластина	100	T	0,05	4
Алюминий	полированный	50–100	T	0,04–0,06	1
Алюминий	полированный, лист	100	T	0,05	2
Алюминий	сильно окисленный	50–500	T	0,2–0,3	1
Алюминий	фольга	27	3 мкм	0,09	3
Алюминий	фольга	27	10 мкм	0,04	3
Алюминий	шероховатая поверхность	20–50	T	0,06–0,07	1
Асбест	бумага	40–400	T	0,93–0,95	1
Асбест	доска	20	T	0,96	1
Асбест	половая плитка	35	SW	0,94	7
Асбест	порошок		T	0,40–0,60	1



1	2	3	4	5	6
Асбест	ткань		T	0,78	1
Асбест	шифер	20	T	0,96	1
Асфальтовое покрытие		4	LLW	0,967	8
Бетон		20	T	0,92	2
Бетон	покрытие дорожки	5	LLW	0,974	8
Бетон	сухой	36	SW	0,95	7
Бетон	шероховатый	17	SW	0,97	5
Бронза	полированный	50	T	0,1	1
Бронза	пористая, необработанная	50–150	T	0,55	1
Бронза	порошок		T	0,76–0,80	1
Бронза	фосфористая бронза	70	LW	0,06	9
Бронза	фосфористая бронза	70	SW	0,08	9
Бумага	4 различных цвета	70	LW	0,92–0,94	9
Бумага	4 различных цвета	70	SW	0,68–0,74	9
Бумага	белая, 3 различных глянца	70	LW	0,88–0,90	9
Бумага	белая, 3 различных глянца	70	SW	0,76–0,78	9
Бумага	белая документная	20	T	0,93	2
Бумага	белый	20	T	0,7–0,9	1
Бумага	желтая		T	0,72	1
Бумага	зеленая		T	0,85	1
Бумага	красная		T	0,76	1
Бумага	покрытая черным лаком		T	0,93	1

1	2	3	4	5	6
Бумага	темно-синяя		T	0,84	1
Бумага	черная		T	0,90	1
Бумага	черный, тусклый		T	0,94	1
Бумага	черный, тусклый	70	LW	0,89	9
Бумага	черный, тусклый	70	SW	0,86	9
Вода	дистиллированная	20	T	0,96	2
Вода	кристаллы изморози	-10	T	0,98	2
Вода	слой толщиной >0,1 мм	0-100	T	0,95-0,98	1
Вода	снег		T	0,8	1
Вода	снег	-10	T	0,85	2
Вода	снег, гладкий	-10	T	0,96	2
Вода	снег, гладкий	0	T	0,97	1
Вода	снег, покрытый толстой коркой	0	T	0,98	1
Вольфрам		200	T	0,05	1
Вольфрам		600-1000	T	0,1-0,16	1
Вольфрам		1500-2200	T	0,24-0,31	1
Вольфрам	нить	3300	T	0,39	1
Гидроокись алюминия	порошок		T	0,28	1
Гипс		20	T	0,8-0,9	1
Гипс штукатурный	шероховатый, с известью	10-90	T	0,91	1
Глина	обожженная	70	T	0,91	1
Гранит	полированный	20	LLW	0,849	8
Гранит	шероховатый	21	LLW	0,879	8
Гранит	шероховатый, 4 различных образца	70	LW	0,77-0,87	9

1	2	3	4	5	6
Гранит	шероховатый, 4 различных образца	70	SW	0,95–0,97	9
Гудрон			T	0,79–0,84	1
Гудрон	бумага	20	T	0,91–0,93	1
Двуокись меди	порошок		T	0,84	1
Древесина		17	SW	0,98	5
Древесина		19	LLW	0,962	8
Древесина	белая, влажная	20	T	0,7–0,8	1
Древесина	древесная масса		T	0,5–0,7	1
Древесина	сосна, 4 различных образца	70	LW	0,81–0,89	9
Древесина	сосна, 4 различных образца	70	SW	0,67–0,75	9
Древесина	строганая доска из дуба	20	T	0,90	2
Древесина	строганая доска из дуба	70	LW	0,88	9
Древесина	строганая доска из дуба	70	SW	0,77	9
Древесина	строганный пиломатериал	20	T	0,8–0,9	1
Древесина	фанера, гладкая, сухая	36	SW	0,82	7
Древесина	фанера, необработанная	20	SW	0,83	6
Древесноволокнистая плита	древесностружечная плита	70	LW	0,89	9
Древесноволокнистая плита	древесностружечная плита	70	SW	0,77	9
Древесноволокнистая плита	мазонит	70	LW	0,88	9
Древесноволокнистая плита	мазонит	70	SW	0,75	9

1	2	3	4	5	6
Древесново-локнистая плита	пористая, необработанная	20	SW	0,85	6
Древесново-локнистая плита	твердая, необработанная	20	SW	0,85	6
Железо и сталь	блестящий оксидный слой, лист	20	T	0,82	1
Железо и сталь	горячекатаная	20	T	0,77	1
Железо и сталь	горячекатаная	130	T	0,60	1
Железо и сталь	катаная листовая	50	T	0,56	1
Железо и сталь	лист заземления	950–1100	T	0,55–0,61	1
Железо и сталь	обработанная под давлением, тщательно отполированная	40–250	T	0,28	1
Железо и сталь	окисленная	100	T	0,74	1
Железо и сталь	окисленная	100	T	0,74	4
Железо и сталь	окисленная	125–525	T	0,78–0,82	1
Железо и сталь	окисленная	200	T	0,79	2
Железо и сталь	окисленная	200–600	T	0,80	1
Железо и сталь	окисленная	1227	T	0,89	4
Железо и сталь	отполированная, подвергшаяся травлению	150	T	0,16	1
Железо и сталь	покрытая рыжей ржавчиной	20	T	0,61–0,85	1
Железо и сталь	покрытый рыжей ржавчиной лист	22	T	0,69	4
Железо и сталь	полированный	100	T	0,07	2
Железо и сталь	полированный	400–1000	T	0,14–0,38	1
Железо и сталь	полированный лист	750–1050	T	0,52–0,56	1
Железо и сталь	ржавая, рыжего цвета	20	T	0,69	1
Железо и сталь	свежескатаная	20	T	0,24	1

1	2	3	4	5	6
Железо и сталь	свежеобработанная наждаком	20	T	0,24	1
Железо и сталь	сильно заржавевший лист	20	T	0,69	2
Железо и сталь	сильно окисленная	50	T	0,88	1
Железо и сталь	сильно окисленная	500	T	0,98	1
Железо и сталь	с сильной ржавчиной	17	SW	0,96	5
Железо и сталь	холоднокатная	70	LW	0,09	9
Железо и сталь	холоднокатная	70	SW	0,20	9
Железо и сталь	шероховатая плоская поверхность	50	T	0,95–0,98	1
Железо и сталь	электролитическая	22	T	0,05	4
Железо и сталь	электролитическая	100	T	0,05	4
Железо и сталь	электролитическая	260	T	0,07	4
Железо и сталь	электролитическая, тщательно отполированная	175–225	T	0,05–0,06	1
Железо оцинкованное	лист	92	T	0,07	4
Железо оцинкованное	лист, окисленный	20	T	0,28	1
Железо оцинкованное	лист, полированный	30	T	0,23	1
Железо оцинкованное	сильно окисленное	70	LW	0,85	9
Железо оцинкованное	сильно окисленное	70	SW	0,64	9

1	2	3	4	5	6
Золото	отполированная до зеркального блеска	100	T	0,02	2
Золото	полированный	130	T	0,018	1
Золото	тщательно отполированное	200–600	T	0,02–0,03	1
Известь			T	0,3–0,4	1
Кирпич	водостойкий	17	SW	0,87	5
Кирпич	глинозем	17	SW	0,68	5
Кирпич	Динасовый огнеупор	1000	T	0,66	1
Кирпич	Динасовый огнеупор, глазурированный, шероховатый	1100	T	0,85	1
Кирпич	Динасовый огнеупор, неглазурированный, шероховатый	1000	T	0,80	1
Кирпич	каменная кладка	35	SW	0,94	7
Кирпич	каменная кладка, покрытая штукатуркой	20	T	0,94	1
Кирпич	красный, обыкновенный	20	T	0,93	2
Кирпич	красный, шероховатый	20	T	0,88–0,93	1
Кирпич	кремнезем, 95% SiO <sub>2</sub>	1230	T	0,66	1
Кирпич	обыкновенный	17	SW	0,86–0,81	5
Кирпич	огнеупорная глина	20	T	0,85	1
Кирпич	огнеупорная глина	1000	T	0,75	1
Кирпич	огнеупорная глина	1200	T	0,59	1

1	2	3	4	5	6
Кирпич	огнеупорный, корунд	1000	T	0,46	1
Кирпич	огнеупорный, магнезитовый	1000–1300	T	0,38	1
Кирпич	огнеупорный, сильно излучающий	500–1000	T	0,8–0,9	1
Кирпич	огнеупорный, слабо излучающий	500–1000	T	0,65–0,75	1
Кирпич	силлиманит, 33% SiO <sub>2</sub> , 64% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1500	T	0,29	1
Кирпич	шамотный кирпич	17	SW	0,68	5
Кожа	загорелая		T	0,75–0,80	1
Кожа	человека	32	T	0,98	2
Краска	8 различных цветов и различного качества	70	LW	0,92–0,94	9
Краска	8 различных цветов и различного качества	70	SW	0,88–0,96	9
Краска	Алюминий, различный возраст	50–100	T	0,27–0,67	1
Краска	кадмий, желтый		T	0,28–0,33	1
Краска	кобальт, синий		T	0,7–0,8	1
Краска	масляная	17	SW	0,87	5
Краска	масляная, различные цвета	100	T	0,92–0,96	1
Краска	масляная, серая блестящая поверхность	20	SW	0,96	6
Краска	масляная, серая плоская поверхность	20	SW	0,97	6

1	2	3	4	5	6
Краска	масляная, черная блестящая поверхность	20	SW	0,92	6
Краска	масляная, черная плоская поверхность	20	SW	0,94	6
Краска	на основе масла, в среднем 16 цветов	100	T	0,94	2
Краска	пластик, белый	20	SW	0,84	6
Краска	пластик, черный	20	SW	0,95	6
Краска	хром, зеленый		T	0,65–0,70	1
Лак	3-цветное распыление на алюминий	70	LW	0,92–0,94	9
Лак	3-цветное распыление на алюминий	70	SW	0,50–0,53	9
Лак	Алюминий на шероховатой поверхности	20	T	0,4	1
Лак	бакелит	80	T	0,83	1
Лак	белый	40–100	T	0,8–0,95	1
Лак	белый	100	T	0,92	2
Лак	на паркетном полу из дуба	70	LW	0,90–0,93	9
Лак	на паркетном полу из дуба	70	SW	0,90	9
Лак	на плоской поверхности	20	SW	0,93	6
Лак	теплостойкий	100	T	0,92	1
Лак	черный, блестящий, набрызганный на железо	20	T	0,87	1
Лак	черный, матовый	100	T	0,97	2
Лак	черный, тусклый	40–100	T	0,96–0,98	1



1	2	3	4	5	6
Латунь	листовая, катаная	20	T	0,06	1
Латунь	листовая, обработанная наждаком	20	T	0,2	1
Латунь	обработанная наждаком с зернистостью 80	20	T	0,20	2
Латунь	окисленная	70	SW	0,04–0,09	9
Латунь	окисленная	70	LW	0,03–0,07	9
Латунь	окисленная	100	T	0,61	2
Латунь	окисленная при 600°C	200–600	T	0,59–0,61	1
Латунь	отполированная до зеркального блеска	100	T	0,03	2
Латунь	полированный	200	T	0,03	1
Латунь	тусклая, матированная	20–350	T	0,22	1
Лед: см, Вода					
Луженое железо	лист	24	T	0,064	4
Магний		22	T	0,07	4
Магний		260	T	0,13	4
Магний		538	T	0,18	4
Магний	полированный	20	T	0,07	2
Масло смазочное	0,025-мм пленка	20	T	0,27	2
Масло смазочное	0,050-мм пленка	20	T	0,46	2
Масло смазочное	0,125-мм пленка	20	T	0,72	2
Масло смазочное	пленка на Ni-подложке: только Ni-подложка	20	T	0,05	2
Масло смазочное	толстый слой	20	T	0,82	2
Медь	механически отполированная	22	T	0,015	4
Медь	окисленная	50	T	0,6–0,7	1

1	2	3	4	5	6
Медь	окисленная, черная	27	T	0,78	4
Медь	окисленная до черного цвета		T	0,88	1
Медь	полированная, технически чистая	27	T	0,03	4
Медь	полированный	50–100	T	0,02	1
Медь	полированный	100	T	0,03	2
Медь	расплавленная	1100–1300	T	0,13–0,15	1
Медь	сильно окисленная	20	T	0,78	2
Медь	технически чистая, полированная	20	T	0,07	1
Медь	чистая, тщательно отполированная поверхность	22	T	0,008	4
Медь	шаброванная	27	T	0,07	4
Медь	электролитическая, полированная	–34	T	0,006	4
Медь	электролитическая, тщательно отполированная	80	T	0,018	1
Молибден		600–1000	T	0,08–0,13	1
Молибден		1500–2200	T	0,19–0,26	1
Молибден	нить	700–2500	T	0,1–0,3	1
Наждак	грубый	80	T	0,85	1
Нержавеющая сталь	катаный	700	T	0,45	1
Нержавеющая сталь	лист, необработанный, слегка поцарапанный	70	LW	0,28	9

1	2	3	4	5	6
Нержавеющая сталь	лист, необработанный, слегка поцарапанный	70	SW	0,30	9
Нержавеющая сталь	лист, полированный	70	LW	0,14	9
Нержавеющая сталь	лист, полированный	70	SW	0,18	9
Нержавеющая сталь	обработанный пескоструйной установкой	700	T	0,70	1
Нержавеющая сталь	сплав, 8% Ni, 18% Cr	500	T	0,35	1
Нержавеющая сталь	тип 18-8, окисленная при 800°C	60	T	0,85	2
Нержавеющая сталь	тип 18-8, отполированная на круге	20	T	0,16	2
Никель	окисленная	200	T	0,37	2
Никель	окисленная	227	T	0,37	4
Никель	окисленная	1227	T	0,85	4
Никель	окисленная при 600°C	200–600	T	0,37–0,48	1
Никель	полированный	122	T	0,045	4
Никель	провод	200–1000	T	0,1–0,2	1
Никель	технически чистый, полированный	100	T	0,045	1
Никель	технически чистый, полированный	200–400	T	0,07–0,09	1
Никель	чистый матированный	122	T	0,041	4
Никель	электролитическая	22	T	0,04	4
Никель	электролитическая	38	T	0,06	4

1	2	3	4	5	6
Никель	электролитическая	260	T	0,07	4
Никель	электролитическая	538	T	0,10	4
Никель	электроосажденный, полированный	20	T	0,05	2
Никель	электроосажденный на железо, неполированный	20	T	0,11–0,40	1
Никель	электроосажденный на железо, неполированный	22	T	0,11	4
Никель	электроосажденный на железо, полированный	22	T	0,045	4
Нихром	катаный	700	T	0,25	1
Нихром	обработанный пескоструйной установкой	700	T	0,70	1
Нихром	провод, окисленный	50–500	T	0,95–0,98	1
Нихром	провод, чистый	50	T	0,65	1
Нихром	провод, чистый	500–1000	T	0,71–0,79	1
Обои	малозаметный рисунок, красные	20	SW	0,90	6
Обои	малозаметный рисунок, светло-серые	20	SW	0,85	6
Одежда	черная	20	T	0,98	1
Оксид алюминия	активированный, порошок		T	0,46	1
Оксид алюминия	беспримесный, порошок (глинозем)		T	0,16	1

1	2	3	4	5	6
Оксид меди	красного цвета, порошок		T	0,70	1
Оксид никеля		500–650	T	0,52–0,59	1
Оксид никеля		1000–1250	T	0,75–0,86	1
Олово	луженое листовое железо	100	T	0,07	2
Олово	отполированное	20–50	T	0,04–0,06	1
Пенопласт	изоляция	37	SW	0,60	7
Песок			T	0,60	1
Песок		20	T	0,90	2
Песчаник	полированный	19	LLW	0,909	8
Песчаник	шероховатый	19	LLW	0,935	8
Пластик	поливинилхлорид, пластиковый пол, тусклый, структурированный	70	LW	0,93	9
Пластик	поливинилхлорид, пластиковый пол, тусклый, структурированный	70	SW	0,94	9
Пластик	полиуретановая изоляционная плита (фриголит)	70	LW	0,55	9
Пластик	полиуретановая изоляционная плита (фриголит)	70	SW	0,29	9
Пластик	стеклотекстолит (печатная плита)	70	LW	0,91	9
Пластик	стеклотекстолит (печатная плита)	70	SW	0,94	9
Платина		17	T	0,016	4
Платина		22	T	0,03	4
Платина		100	T	0,05	4

1	2	3	4	5	6
Платина		260	T	0,06	4
Платина		538	T	0,10	4
Платина		1000–1500	T	0,14–0,18	1
Платина		1094	T	0,18	4
Платина	лента	900–1100	T	0,12–0,17	1
Платина	провод	50–200	T	0,06–0,07	1
Платина	провод	500–1000	T	0,10–0,16	1
Платина	провод	1400	T	0,18	1
Платина	чистая, полиро- ванная	200–600	T	0,05–0,10	1
Плита из прессо- ванных опилок	необработанная	20	SW	0,90	6
Порошок магния			T	0,86	1
Почва	насыщенная во- дой	20	T	0,95	2
Почва	сухой	20	T	0,92	2
Резина	мягкая, серая, шероховатая	20	T	0,95	1
Резина	твердая	20	T	0,95	1
Свинец	блестящий	250	T	0,08	1
Свинец	неокисленный, полированный	100	T	0,05	4
Свинец	окисленная при 200°C	200	T	0,63	1
Свинец	окисленный, се- рый	20	T	0,28	1
Свинец	окисленный, се- рый	22	T	0,28	4
Свинцовый су- рик		100	T	0,93	4
Свинцовый су- рик, порошок		100	T	0,93	1
Серебро	полированный	100	T	0,03	2

1	2	3	4	5	6
Серебро	чистая, полиро- ванная	200–600	T	0,02–0,03	1
Снег: см. Вода					
Строительный раствор		17	SW	0,87	5
Строительный раствор	сухой	36	SW	0,94	7
Тип 3М, 35	Виниловая изоля- ционная лента (несколько цве- тов)	< 80	LW	Ок. 0,96	13
Тип 3М, 88	Черная винило- вая изоляцион- ная лента	< 105	LW	Ок. 0,96	13
Тип 3М, 88	Черная винило- вая изоляцион- ная лента	< 105	MW	< 0,96	13
Тип 3М, Super 33+	Черная винило- вая изоляцион- ная лента	< 80	LW	Ок. 0,96	13
Титан	окисленная при 540°C	200	T	0,40	1
Титан	окисленная при 540°C	500	T	0,50	1
Титан	окисленная при 540°C	1000	T	0,60	1
Титан	полированный	200	T	0,15	1
Титан	полированный	500	T	0,20	1
Титан	полированный	1000	T	0,36	1
Углерод	графит, поверх- ность, обработан- ная напильником	20	T	0,98	2
Углерод	графитовый по- рошок		T	0,97	1
Углерод	ламповая копоть	20–400	T	0,95–0,97	1

1	2	3	4	5	6
Углерод	порошок древесного угля		T	0,96	1
Углерод	сажа от свечи	20	T	0,95	2
Фарфор	белый, блестящий		T	0,70–0,75	1
Фарфор	покрытый глазурью	20	T	0,92	1
Хром	полированный	50	T	0,10	1
Хром	полированный	500–1000	T	0,28–0,38	1
Цинк	лист	50	T	0,20	1
Цинк	окисленная поверхность	1000–1200	T	0,50–0,60	1
Цинк	окисленная при 400°C	400	T	0,11	1
Цинк	полированный	200–300	T	0,04–0,05	1
Черепица	покрытый глазурью	17	SW	0,94	5
Чугун	болванки	1000	T	0,95	1
Чугун	в виде отливки	50	T	0,81	1
Чугун	в расплавленном виде	1300	T	0,28	1
Чугун	необработанный	900–1100	T	0,87–0,95	1
Чугун	обработанный	800–1000	T	0,60–0,70	1
Чугун	окисленная	38	T	0,63	4
Чугун	окисленная	100	T	0,64	2
Чугун	окисленная	260	T	0,66	4
Чугун	окисленная	538	T	0,76	4
Чугун	окисленная при 600°C	200–600	T	0,64–0,78	1
Чугун	полированный	38	T	0,21	4
Чугун	полированный	40	T	0,21	2
Чугун	полированный	200	T	0,21	1



1	2	3	4	5	6
Шлак	котла	0–100	T	0,97–0,93	1
Шлак	котла	200–500	T	0,89–0,78	1
Шлак	котла	600–1200	T	0,76–0,70	1
Шлак	котла	1400–1800	T	0,69–0,67	1
Штукатурка		17	SW	0,86	5
Штукатурка	намет штукатурки шероховатый	20	T	0,91	2
Штукатурка	штукатурная плита, необработанная	20	SW	0,90	6
Эбонит			T	0,89	1
Эмаль		20	T	0,9	1
Эмаль	лак	20	T	0,85–0,95	1

---

**A note on the technical production of this publication**

This publication was produced using XML—the *eXtensible Markup Language*. For more information about XML, please visit <http://www.w3.org/XML/>

**A note on the typeface used in this publication**

This publication was typeset using Swiss 721, which is Bitstream's pan-European version of the Helvetica™ typeface. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980).

**List of effective files**

20235111.xml a15  
20235211.xml a10  
20235311.xml a11  
20236711.xml a23  
20237111.xml a11  
20238511.xml a8  
20238711.xml a7  
20250411.xml a18  
20254903.xml a75  
20257011.xml a22  
20257111.xml a7  
20257311.xml a15  
20279811.xml a7  
20281011.xml a3  
20287311.xml a4  
20292411.xml a2  
20295011.xml a5  
20295711.xml a2  
20295811.xml a2  
20295911.xml a2  
20296111.xml a2  
20296211.xml a2  
20296311.xml a2  
20296411.xml a2  
20296511.xml a2  
20296611.xml a2  
20296711.xml a2  
20296811.xml a2  
20296911.xml a2  
20297011.xml a2  
20297211.xml a2  
20297311.xml a2  
20297411.xml a4  
20297511.xml a2  
20297611.xml a1  
20299611.xml a2  
R133.rcp a4  
config.xml a5





**Corporate Headquarters**

FLIR Systems, Inc.  
27700 SW Parkway Avenue  
Wilsonville, OR 97070  
USA

Telephone: +1-800-727-3547  
Website: <http://www.flir.com>