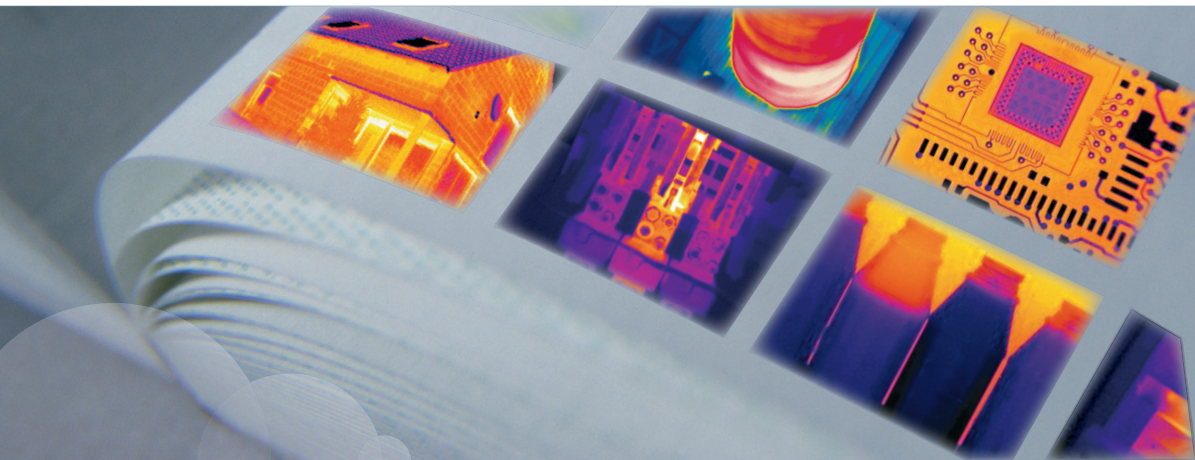




Руководство пользователя



FLIR GF3xx series

Publ. No.	T559439
Revision	a506
Language	Russian (RU)
Issue date	December 21, 2010

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.

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 впоследствии возникшие 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

© 2010, 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; 0101577-5; 0102150-0; 0200629-4; 0300911-5; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1188086; 1263438; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1365299; 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;

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

1	Предупреждения	1
2	Важная информация для пользователей	4
3	Поддержка пользователей	5
4	Обновления документации	6
5	Важное примечание относительно данного руководства	7
6	Важные замечания касательно обучения и применений	8
7	Вступление	9
7.1	FLIR GF300	9
7.1.1	Ключевые особенности	9
7.1.2	Общие сведения	9
7.1.3	Узнайте о проблеме, пока не стало поздно.	9
7.1.4	Очистительные заводы	10
7.1.5	Защита от несанкционированного вмешательства	10
7.2	FLIR GF306	11
7.2.1	Ключевые особенности	11
7.2.2	Наблюдение за утечкой с безопасного расстояния	11
7.2.3	Энергосистемы общего пользования	11
7.3	FLIR GF309	13
7.3.1	Ключевые особенности	13
7.3.2	Общие сведения	13
7.3.3	Измерение температуры в нескольких местах	13
7.3.4	Спекание, накипь и шлаковые наросты на термоизображении	13
7.4	FLIR GF320	14
7.4.1	Ключевые особенности	14
7.4.2	Общие сведения	14
7.4.3	Узнайте о проблеме, пока не стало поздно.	14
7.4.4	Очистительные заводы	15
8	Примеры изображений	16
9	Руководство по немедленному использованию	17
9.1	Определение температуры	17
9.2	Определение утечки газа	20
10	Примечание об эргономике	22
11	Детали камеры	24
11.1	Вид камеры слева	24
11.2	Вид камеры справа	26
11.3	Вид камеры сзади	28
11.4	Светодиодный индикатор состояния аккумулятора	30
11.5	Светодиодный индикатор питания	31
11.6	Лазерный целеуказатель	32
12	Элементы дисплея	34
12.1	Селектор режимов	34

12.2	Таблица результатов и средства измерения	35
12.3	Панель инструментов, индикаторы и другие объекты	36
13	Получение хорошего изображения	37
13.1	Ручная настройка фокуса инфракрасной камеры	38
13.2	Настройка фокуса инфракрасной камеры	39
13.3	Настройка изображения	40
13.4	Выбор подходящего диапазона температур	44
13.4.1	О диапазонах температур	44
13.4.2	Понимание температурной шкалы	45
13.4.3	Изменение температурного диапазона	46
13.5	Выбор подходящей цветовой палитры	47
13.6	Включение и отключение режима гистограммы	48
13.7	Включение и отключение инвертирования цветовой палитры	49
13.8	Изменение параметров объекта	50
14	Подключение внешних устройств	53
14.1	Подключение устройств к задним разъемам камеры	54
14.2	Установка карты памяти SD	56
15	Работа с камерой	58
15.1	Зарядка аккумулятора камеры	58
15.1.1	Зарядка аккумулятора с помощью шнура питания	58
15.1.2	Зарядка аккумулятора с помощью автономного зарядного устройства	59
15.2	Установка и извлечение аккумулятора камеры	60
15.2.1	Установка аккумулятора	60
15.2.2	Демонтаж аккумулятора	62
15.3	Включение камеры	64
15.4	Выключение камеры	64
15.5	Регулировка угла наклона видеоискателя	65
15.6	Диоптрическая коррекция видеоискателя'	66
15.7	Регулировка рукоятки камеры	67
15.8	Открытие дисплея	68
15.9	Регулировка положения дисплея	69
15.10	Установка инфракрасного объектива	70
15.11	Снятие инфракрасного объектива	71
15.12	Установка теплозащиты	72
15.13	Ручная настройка фокуса инфракрасной камеры	75
15.14	Настройка фокуса инфракрасной камеры	76
15.15	Автоматическая фокусировка инфракрасной и цифровой камеры	77
15.16	Управление лазерным целеуказателем	78
15.17	Использование функции масштабирования	79
16	Работа с просмотрами и изображениями	80
16.1	Сохранение инфракрасного изображения	80
16.1.1	Сохранение инфракрасного изображения непосредственно на карту памяти SD	81
16.1.2	Предварительный просмотр и сохранение инфракрасного изображения на карту памяти SD.	82
16.2	Открытие изображения	83
16.3	Настройка изображения	84
16.4	Изменение настроек, относящихся к воспроизведению изображения	88
16.5	Удаление файла	89

17	Работа с инструментами измерений	90
17.1	Размещение измерительного инструмента	90
17.2	Перемещение или изменение размера измерительного инструмента	91
17.3	Создание и настройка функции определения различий	92
17.4	Изменение параметров объекта	93
18	Программирование камеры	96
19	Запись видеоклипов	97
20	Изменение настроек	98
21	Чистка камеры	99
21.1	Корпус камеры, кабели и другие принадлежности	99
21.2	Инфракрасный объектив	100
21.3	Инфракрасный детектор	101
22	Техническое обслуживание охладителя	102
23	Технические данные	103
23.1	Дополнительные данные	104
24	Масштабные чертежи	108
24.1	Камера	108
24.1.1	Размеры камеры, вид спереди, без объектива	108
24.1.2	Размеры камеры, вид сбоку, без объектива	109
24.1.3	Размеры камеры, вид сбоку, с объективом 14,5°	110
24.1.4	Размеры камеры, вид сбоку, с объективом 24°	111
24.1.5	Размеры камеры, вид сбоку, с теплозащитой и объективом 14,5°/24° (относится только к FLIR GF309)	112
24.1.6	Размеры камеры, вид сбоку, с объективом 6°	113
24.1.7	Размеры камеры, расположение штативного гнезда, без объектива	114
24.1.8	Размеры камеры, расположение штативного гнезда, с объективом 6°	115
24.1.9	Размеры камеры, расположение штативного гнезда, с объективом 14,5° ...	116
24.1.10	Размеры камеры, расположение штативного гнезда, с объективом 24°	117
24.1.11	Размеры камеры, расположение штативного гнезда, с теплозащитой и объективом 14,5°/24° (относится только к FLIR GF309)	118
24.2	Линзы	119
24.2.1	объектив 6°	119
24.2.2	объектив 14,5°	120
24.2.3	объектив 24°	121
24.3	Теплозащита (относится только к FLIR GF309)	122
24.3.1	Вид сбоку (относится только к FLIR GF309)	122
24.3.2	Вид спереди (относится только к FLIR GF309)	123
24.4	Аккумулятор камеры	124
24.5	Автономное зарядное устройство для аккумулятора камеры	125
24.5.1	Автономное зарядное устройство, без аккумулятора	125
24.5.2	Автономное зарядное устройство, с аккумулятором	127
25	Газы которые можно обнаружить	128
26	Почему некоторые стекла поглощают энергию ИК-излучения?	137
27	О компании FLIR Systems	141

27.1	Не только камеры	143
27.2	Мы делимся своими знаниями	143
27.3	Техническая поддержка пользователей продукции	143
27.4	Несколько фотографий с наших заводов	144
28	Глоссарий	146
29	Техника термографических измерений	151
29.1	Вступление	151
29.2	Коэффициент излучения	151
29.2.1	Определение значения коэффициента излучения образца	152
29.2.1.1	Шаг 1: определение видимой отраженной температуры	152
29.2.1.2	Шаг 2: определение коэффициента излучения	154
29.3	Видимая отраженная температура	155
29.4	Расстояние	155
29.5	Относительная влажность	156
29.6	Другие параметры	156
30	История инфракрасной технологии	157
31	Теория термографии	162
31.1	Вступление	162
31.2	Спектр электромагнитного излучения	162
31.3	Излучение черного тела	163
31.3.1	Закон Планка	164
31.3.2	Закон смещения Вина	166
31.3.3	Закон Стефана-Больцмана	167
31.3.4	Излучатели, не являющиеся черными телами	168
31.4	Полупрозрачные для инфракрасных лучей материалы	171
32	Формула для обработки результатов измерений	172
33	Таблицы коэффициентов излучения	179
33.1	Список литературы	179
33.2	Важное примечание по таблицам коэффициентов излучения	180
33.3	Таблицы	180

ОСТОРОЖНО

- Данное оборудование генерирует, использует и может излучать энергию в радиодиапазоне и при его установке и применении с нарушениями инструкций, изложенных в руководстве по эксплуатации, может стать источником помех для средств радиосвязи. Согласно результатам испытаний, оборудование соответствует требованиям, предъявляемым к вычислительной технике класса А, изложенным в подразделе J части 15 Правил FCC, которые предусматривают достаточную защиту от указанных помех при применении оборудования в промышленной среде. При использовании данного оборудования в жилой зоне возникновение радиопомех весьма вероятно, и в этом случае пользователь обязан обеспечить за свой счет все необходимые меры защиты от радиопомех.
- (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 припаивайте 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°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.
-

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.
- **Моноспасе** 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.

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.

Важные замечания касательно обучения и применений

Общее

Для проведения инфракрасных исследований утечек газа и высокотемпературных применений—, для работы с инфракрасными изображениями, опросами, анализами, диагнозами, прогнозами и отчетами— необходимы навыки работы, требующие профессионального знания термографии и ее применений, а в некоторых странах еще и сертификации и законодательства.

Поэтому мы настоятельно рекомендуем вам пройти необходимые курсы обучения перед началом проведения исследований. Посетите следующий сайт для получения более подробной информации:

<http://www.infraredtraining.com>

7 Вступление

7.1 FLIR GF300

Новая модель FLIR GF300 - принципиально новая инфракрасная камера, способная обнаруживать парниковые газы или летучие органические соединения. Ей также нет равных в обнаружении малейших утечек газа.

7.1.1 Ключевые особенности

- Визуализация утечек газа в реальном времени.
- Сканирование тысяч компонентов за смену.
- Значительное уменьшение времени, затрачиваемого на исследования.
- Исследование без прерываний процесса.
- Отслеживание утечек до их источников.
- Цифровая камера с видеоподсветкой.
- Высокоэффективный ЖК-дисплей с мощной подсветкой и видеоискатель, использование которого возможно при ярком дневном свете.

7.1.2 Общие сведения

Камера FLIR GF300 способна быстро сканировать большие области и определять утечки в реальном времени. Камера идеально подходит для исследований оборудования, до которого сложно добраться контактными измерительными инструментами. Буквально тысячи компонентов могут быть обследованы за смену без необходимости прерывать процесс. Использование камеры позволяет сократить простой вследствие ремонта и обеспечить проверку процесса. И, самое главное, работа с камерой исключительно безопасна, так как позволяет отслеживать потенциально опасные утечки с расстояния в несколько метров.

FLIR GF300 поможет сделать рабочий процесс значительно безопасней, приведет его в соответствие с экологическими и регуляторными требованиями, не говоря уже об увеличении прибыли за счет обнаружения утечек, которые могут существенно сократить доходы.

7.1.3 Узнайте о проблеме, пока не стало поздно.

FLIR GF300 - решение для профилактического техобслуживания и обнаружения утечек в трубопроводах, фланцах и соединениях в нефтехимическом производственном процессе. Добейтесь максимальной безопасности и прибыльности, взяв под наблюдение области возможной утечки метана и других летучих органических соединений. Безопасность, эффективность и прибыльность - ключевые

движущие силы сегодняшнего бизнеса. FLIR GF300 сконструирована специально для того, чтобы способствовать росту производительности в различных промышленных средах.

7.1.4 Очистительные заводы

На очистительных заводах и других нефтехимических объектах неисправности оборудования могут привести к потере прибыли и даже к возможности аварий. То, чего вы не видите, может навредить вам. Очистительным заводам нужны современные технологии, чтобы добиться результатов, не подвергая опасности окружающую среду и бизнес. Использование инфракрасных камер уже стало общепринятой практикой во многих нефтехимических компаниях. Эта практика позволяет заранее обнаруживать источники испускания летучих органических соединений и ремонтировать допускающие утечку компоненты до того, как станет слишком поздно. Передовое оборудование для обнаружения летучих органических соединений поможет вам усовершенствовать безопасность, увеличить производительность и сократить потери.

7.1.5 Защита от несанкционированного вмешательства

Камера защищена от несанкционированного вмешательства в том смысле, что объективы, не перечисленные в технической спецификации FLIR Systems, не совместимы с камерой.

При установке таких объективов на окуляре, ЖК-дисплее или через внешний кабель не будет отображаться изображение.

7.2 FLIR GF306

Новая модель FLIR GF306 - это инфракрасная камера, которая может распознавать элегаз (шестифтористая сера) (SF_6) - —“парниковый газ”, продолжительность пребывания в атмосфере которого оценивается приблизительно в 3200 лет.

7.2.1 Ключевые особенности

- Визуализация утечек газа в реальном времени.
- Сканирование тысяч компонентов за смену.
- Значительное уменьшение времени, затрачиваемого на исследования.
- Исследование без прерываний процесса.
- Отслеживание утечек до их источников.
- Цифровая камера с видеоподсветкой.
- Высокоэффективный ЖК-дисплей с мощной подсветкой и видеоискатель, использование которого возможно при ярком дневном свете.

7.2.2 Наблюдение за утечкой с безопасного расстояния

Камера FLIR GF306 способна быстро сканировать большие области и определять утечки в реальном времени. Камера идеально подходит для исследований оборудования, до которого сложно добраться контактными измерительными инструментами. Буквально тысячи компонентов могут быть обследованы за смену без необходимости прерывать процесс. Использование камеры позволяет сократить простои вследствие ремонта и обеспечить проверку процесса. И, самое главное, работа с камерой исключительно безопасна, так как позволяет отслеживать потенциально опасные утечки с расстояния в несколько метров.

FLIR GF306 поможет сделать рабочий процесс значительно безопасней, приведет его в соответствие с экологическими и регуляторными требованиями, не говоря уже об увеличении прибыли за счет обнаружения утечек, которые могут существенно сократить доходы.

7.2.3 Энергосистемы общего пользования

Инфракрасная камера FLIR GF306 может распознавать элегаз (шестифтористая сера) (SF_6)- —это “парниковый газ”, продолжительность пребывания в атмосфере которого оценивается приблизительно в 3200 лет. Элегаз используется в высоковольтном оборудовании как изоляционный газ. FLIR GF306 - единственная в своем роде инфракрасная камера, основанная на уникальной технологии. Она разработана для усовершенствования контроля испускания элегаза в энергосистемах общего пользования. Берегите природу сейчас и для будущих поколений!

Новые особенности камеры способствуют увеличению производительности в различных типах климата и условиях. Уже более 50 тысячи систем во всем мире используют инфракрасную термографию для того, чтобы избежать потерь выработки, усовершенствовать надежность и сократить риски для рабочих и широкой публики.

Сегодня FLIR Systems предлагает лучшие в мире инфракрасные камеры для поддержки энергетической промышленности.

7.3 FLIR GF309

Новая модель FLIR GF309 - это инфракрасная камера, разработанная для того, чтобы “смотреть сквозь пламя” во всех типах работающих на газе печей, химических нагревателей, котлов на твёрдом топливе и т.д.

7.3.1 Ключевые особенности

- Измеряет температуры от -40°C до $+1500^{\circ}\text{C}$ с высокой точностью.
- Камера двойного назначения: вы также можете измерять температуру окружающего воздуха.
- Чувствительность < 5 мК.
- Высокоэффективный ЖК-дисплей и наклоняемый видеоискатель высокого разрешения.
- Многоугольная ручка с интегрированными кнопками прямого доступа.
- GPS и цифровая камера.
- Совместима с программным обеспечением FLIR QuickReport и FLIR Reporter для профессиональных термографических отчетов.

7.3.2 Общие сведения

FLIR GF309 разработана специально для высокотемпературных применений в промышленных печах. Эти камеры идеально подходят для наблюдения за печами любого типа, нагревателями и котлами, в особенности в химической, нефтехимической и энергетической отраслях промышленности. Специально изготовленная для того, чтобы смотреть сквозь пламя, GF309 также оборудована съемной теплозащитой, отражающей жар от камеры и оператора, что обеспечивает надежную защиту.

7.3.3 Измерение температуры в нескольких местах

Инфракрасная камера FLIR GF309 обеспечивает считывание температуры по всей поверхности нагревателя/котла/печи и поможет вам проводить исследования быстрее, работать безопасней и предупредит о внеплановых остановках работы или катастрофических неисправностях.

7.3.4 Спекание, накипь и шлаковые наросты на термоизображении

Спекание, накипь и шлаковые наросты - известные проблемы. FLIR GF309 отображает четкие и ясные термоизображения и измерения температуры, — предоставляя вам инструменты, показания и динамические данные, которые помогут увидеть потенциальные осложнения намного быстрее, чем когда-либо ранее.

7.4 FLIR GF320

Новая модель FLIR GF320 - принципиально новая инфракрасная камера, способная обнаруживать парниковые газы или летучие органические соединения. Ей также нет равных в обнаружении малейших утечек газа.

7.4.1 Ключевые особенности

- Визуализация утечек газа в реальном времени
- Измеряет температуры от -40°C до $+350^{\circ}\text{C}$ с высокой точностью.
- Внутренние данные/хранение видео
- Режим высокой чувствительности – обнаруживает даже незначительные утечки газа.
- Цифровая камера и GPS.
- Радиометрические данные с точностью $\pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Высокоэффективный ЖК-дисплей и наклоняемый видеоискатель высокого разрешения.
- Легкий вес (2,4 кг) и прочная конструкция
- Многоугольная ручка с интегрированными кнопками прямого доступа

7.4.2 Общие сведения

Камера FLIR GF320 способна быстро сканировать большие области и определять утечки в реальном времени. Камера идеально подходит для исследований оборудования, до которого сложно добраться контактными измерительными инструментами. Буквально тысячи компонентов могут быть обследованы за смену без необходимости прерывать процесс. Использование камеры позволяет сократить простои вследствие ремонта и обеспечить проверку процесса. И, самое главное, работа с камерой исключительно безопасна, так как позволяет отслеживать потенциально опасные утечки с расстояния в несколько метров.

FLIR GF320 поможет значительно обезопасить рабочий процесс, привести его в соответствие с экологическими и регуляторными требованиями, не говоря уже об увеличении прибыли за счет обнаружения утечек, которые могут существенно сократить доходы.

7.4.3 Узнайте о проблеме, пока не стало поздно.

FLIR GF320 - решение для профилактического техобслуживания и обнаружения утечек в трубопроводах, фланцах и соединениях в нефтехимическом производственном процессе. Добейтесь максимальной безопасности и прибыльности, взяв под наблюдение области возможной утечки метана и других летучих органических соединений. Безопасность, эффективность и прибыльность - ключевые

движущие силы сегодняшнего бизнеса. Камера FLIR GF320 сконструирована специально для того, чтобы способствовать росту производительности в различных промышленных средах.

7.4.4 Очистительные заводы

На очистительных заводах и других нефтехимических объектах неисправности оборудования могут привести к потере прибыли и даже к возможности аварий. То, чего вы не видите, может навредить вам. Очистительным заводам нужны современные технологии, чтобы добиться результатов, не подвергая опасности окружающую среду и бизнес. Использование инфракрасных камер уже стало общепринятой практикой во многих нефтехимических компаниях. Эта практика позволяет заранее обнаруживать источники испускания летучих органических соединений и ремонтировать допускающие утечку компоненты до того, как станет слишком поздно. Передовое оборудование для обнаружения летучих органических соединений поможет вам усовершенствовать безопасность, увеличить производительность и сократить потери.

8

Примеры изображений

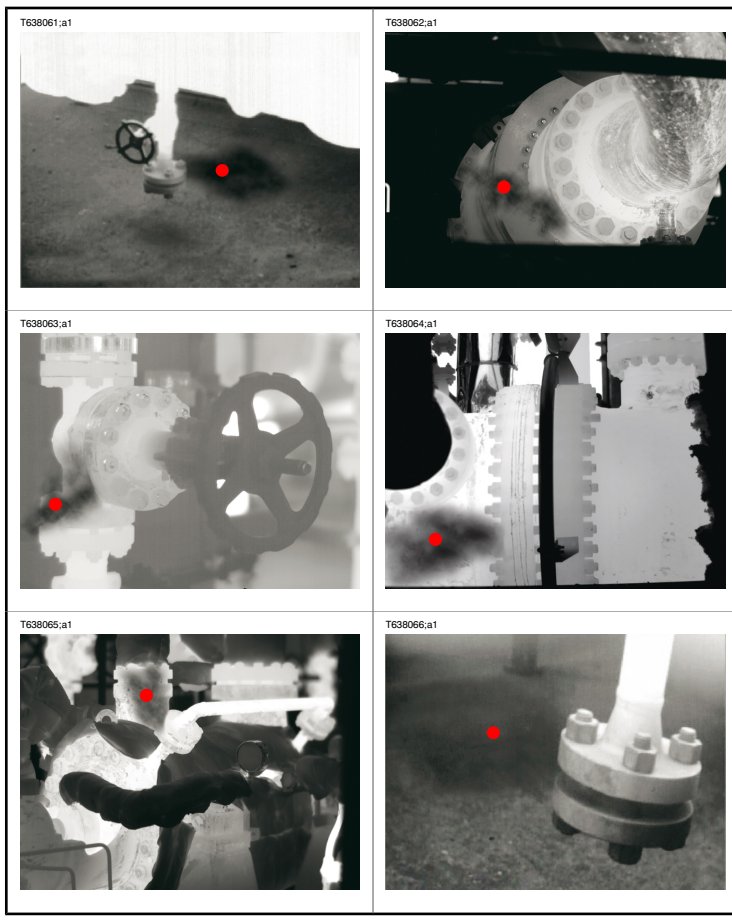
Общее

Раздел содержит примеры изображений из различных применений.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Данный раздел относится только к FLIR GF320.
- Утечки газа проще увидеть в режиме реального времени, поэтому на приведенных ниже изображениях утечки обозначены красными точками.

Изображения



9

Руководство по немедленному использованию

9.1

Определение температуры

ВНИМАНИЕ

T638267.a1





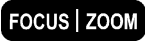


При использовании в печах и других высокотемпературных применениях требуется установить на камеру теплозащиту. Использование при высокой температуре без теплозащиты может привести к повреждению камеры.

Дополнительную информацию об установке теплозащиты смотрите в разделе 15.12 – Установка теплозащиты на стр. 72.

Процедура

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

1	<p>Зарядите аккумулятор в течение 4-х часов или пока не начнет непрерывно светиться зеленый светодиод-индикатор состояния аккумулятора перед первым включением камеры.</p> <p>Примечание: заряжайте аккумулятор при комнатной температуре, выключив камеру.</p>
2	<p>Вставьте карту памяти SD в слот для карты.</p>
3	<p>Включите камеру, нажав на кнопку .</p> <p>Примечание: после включения камеры механический охладитель начнет охлаждение инфракрасного детектора. Звук охладителя напоминает приглушенный шум двигателя. <i>Этот звук нормален.</i> Процедура охлаждения обычно занимает 7 минут для FLIR GF300, GF309, GF320 и 10 минут для FLIR GF306. При высокой температуре окружающего воздуха время охлаждения может увеличиться на 30% или более.</p>
4	<p>Поверните колесико выбора режима таким образом: .</p>

5	<p>При использовании в печах и других высокотемпературных применениях установите на камеру теплозащиту. Необходимо также задать для камеры правильное значение коэффициента пропускания внешней оптической системы теплозащиты. Значение коэффициента пропускания внешней оптической системы отмечено на внутренней стороне теплозащиты. Введите значение коэффициента в диалоговое окно Параметры объекта во вкладке Редактирование.</p> <p>При снятии теплозащиты необходимо сбросить значение коэффициента пропускания внешней оптической системы на 1.0.</p>
6	<p>Нажмите кнопку диапазона температур и выполните следующие действия.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Выберите подходящий для объекта температурный диапазон, перемещая джойстик вверх/вниз. 2 Нажмите кнопку диапазона температур для подтверждения и выхода из режима настроек.
7	<p>Направьте камеру на изучаемый объект.</p>
8	<p>Включите режим автофокусировки, нажав на середину кнопки</p> 
9	<p>Нажмите кнопку</p> 
10	<p>Перемещайте джойстик влево/вправо, чтобы открыть вкладку Редактирование.</p>
11	<p>Перемещайте джойстик вверх/вниз, чтобы Добавить точку.</p>
12	<p>Нажмите на джойстик. В середине экрана отобразится экспозиметр. Температура показана в таблице результатов в верхнем левом углу экрана.</p>
13	<p>Чтобы сразу сохранить изображение, нажмите на кнопку  и удерживайте ее более секунды.</p>
14	<p>Перенесите изображение на компьютер, выполнив одно из следующих действий:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Выньте из камеры карту памяти SD и вставьте ее в считывающее устройство, подключенное к компьютеру. ■ Подключите камеру к компьютеру посредством кабеля USB mini-B.
15	<p>Перенесите изображение с карты памяти или из камеры, перетаскив его при помощи мыши.</p>

Смежные темы



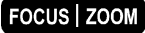


- Раздел 15.1.1 – Зарядка аккумулятора с помощью шнура питания на стр. 58
- Раздел 15.1.2 – Зарядка аккумулятора с помощью автономного зарядного устройства на стр. 59
- Раздел 15.2.1 – Установка аккумулятора на стр. 60
- Раздел 14.2 – Установка карты памяти SD на стр. 56

- Раздел 15.3 – Включение камеры на стр. 64
 - Раздел 17.1 – Размещение измерительного инструмента на стр. 90
 - Раздел 16.1 – Сохранение инфракрасного изображения на стр. 80
-

9.2 Определение утечки газа

Процедура

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

1	<p>Зарядите аккумулятор в течение 4-х часов или пока не начнет непрерывно светиться зеленый светодиод-индикатор состояния аккумулятора перед первым включением камеры.</p> <p>Примечание: выполняется при комнатной температуре, камера должна быть выключена.</p>
2	<p>Вставьте карту памяти SD в слот для карты.</p>
3	<p>Включите камеру, нажав на кнопку .</p> <p>Примечание: после включения камеры механический охладитель начнет охлаждение инфракрасного детектора. Звук охладителя напоминает приглушенный шум двигателя. <i>Этот звук нормален.</i> Процедура охлаждения обычно занимает 7 минут для FLIR GF300, GF309, GF320 и 10 минут для FLIR GF306. При высокой температуре окружающего воздуха время охлаждения может увеличиться на 30% или более.</p>
4	<p>Поверните колесико выбора режима таким образом: .</p>
5	<p>Нажмите кнопку диапазона температур и выполните следующие действия.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Выберите подходящий для объекта температурный диапазон, перемещая джойстик вверх/вниз. 2 Нажмите кнопку диапазона температур для подтверждения и выхода из режима настроек.
6	<p>Направьте камеру на изучаемый объект.</p>
7	<p>Включите режим автофокусировки, нажав на середину кнопки .</p>
8	<p>Если произошла утечка газа и камера может обнаружить этот газ, на экране появится утечка. Утечка будет выглядеть как струя дыма, исходящая из места утечки.</p>
9	<p>Для начала записи видеоклипа нажмите кнопку .</p>
10	<p>Для остановки записи видеоклипа нажмите кнопку  еще раз.</p>
11	<p>Чтобы перенести видеоклип на компьютер, выполните одно из следующих действий.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Выньте из камеры карту памяти SD и вставьте ее в считывающее устройство, подключенное к компьютеру. ■ Подключите камеру к компьютеру посредством кабеля USB mini-B.

12	Перенесите видеоклип с карты памяти или из камеры, перетаскив его при помощи мыши.
----	--

Смежные темы

- Раздел 15.1.1 – Зарядка аккумулятора с помощью шнура питания на стр. 58
- Раздел 15.1.2 – Зарядка аккумулятора с помощью автономного зарядного устройства на стр. 59
- Раздел 15.2.1 – Установка аккумулятора на стр. 60
- Раздел 14.2 – Установка карты памяти SD на стр. 56
- Раздел 15.3 – Включение камеры на стр. 64
- Раздел 17.1 – Размещение измерительного инструмента на стр. 90
- Раздел 16.1 – Сохранение инфракрасного изображения на стр. 80
- Раздел 19 – Запись видеоклипов на стр. 97

Общее

Чтобы не перенапрягаться и во избежание травм, необходимо правильно держать камеру. В данном разделе приводятся рекомендации и примеры по правильному обращению с камерой.

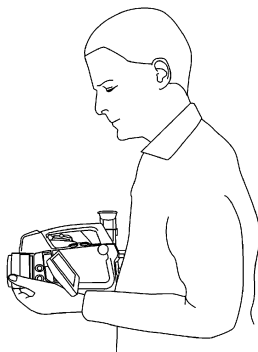
ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание на следующее:

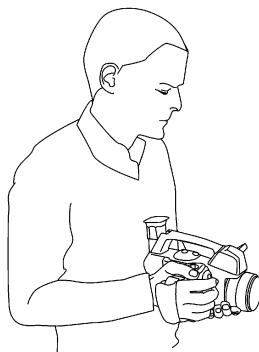
- Всегда устанавливайте видоискатель под удобным для работы углом.
- Всегда регулируйте угол обзора дисплея, чтобы добиться оптимального положения для работы.
- Всегда устанавливайте ручку камеры в удобное для работы положение.
- Необходимо поддерживать корпус камеры левой рукой. Это уменьшит нагрузку на правую руку.

Рисунок

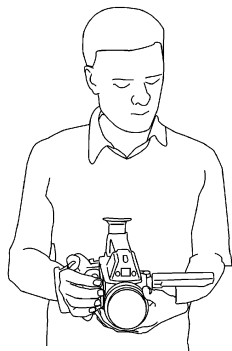
T638103,a2



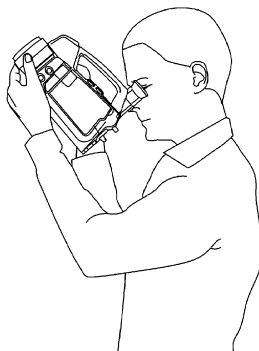
T638104,a2



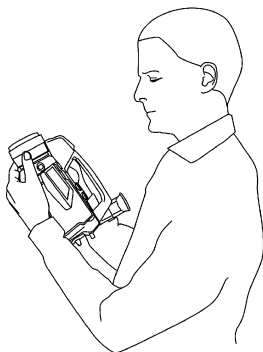
T638105,a2



T638106,a2



T638107,a2



T638108,a2



T638109,a2



Смежные темы

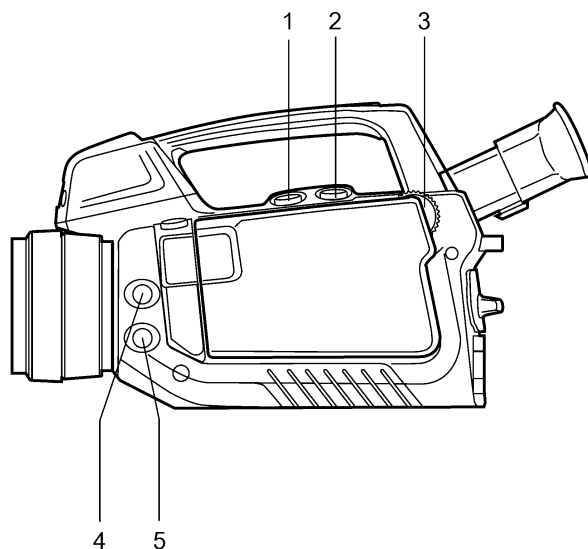
- Раздел 15.5 – Регулировка угла наклона видоискателя на стр. 65
 - Раздел 15.7 – Регулировка рукоятки камеры на стр. 67
 - Раздел 15.9 – Регулировка положения дисплея на стр. 69
-

11 Детали камеры

11.1 Вид камеры слева



Рисунок

T638102.a1



Объяснение

В этой таблице даются пояснения к приведенному выше рисунку:

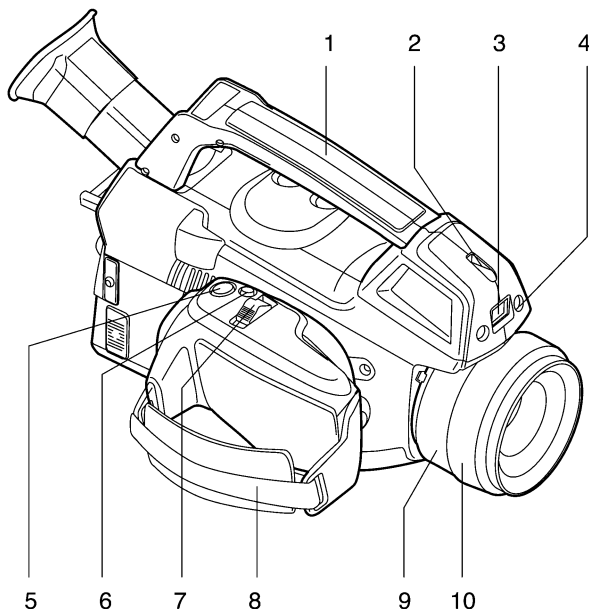
1	<p>Кнопки программного управления, одно из следующих действий:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Изменить коэффициент масштабирования.■ Скрыть/отобразить графику.■ Изменить полярность.■ Изменить палитру. <p>Программирование кнопок выполняется в режиме настройки </p> <p>Чтобы выбрать режим, поверните колесико выбора режима  на левой стороне камеры.</p>
2	<p>Кнопка диапазона температур.</p>

3	<p>Колесико выбора режима  позволяет выбрать следующие режимы:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Режим камеры: сохранение изображений.■ Режим видео: запись видеоклипов и последовательностей видео.■ Режим архива: просмотр сохраненных изображений, видеоклипов и последовательностей видео.■ Режим программирования: настройка периодического сохранения изображений.■ Режим настройки: изменение общих настроек.
4	Кнопка лазера.
5	Кнопка для переключения между инфракрасным и цифровым режимами камеры.

11.2 Вид камеры справа

Рисунок

T638072.a1



Объяснение

В этой таблице даются пояснения к приведенному выше рисунку:

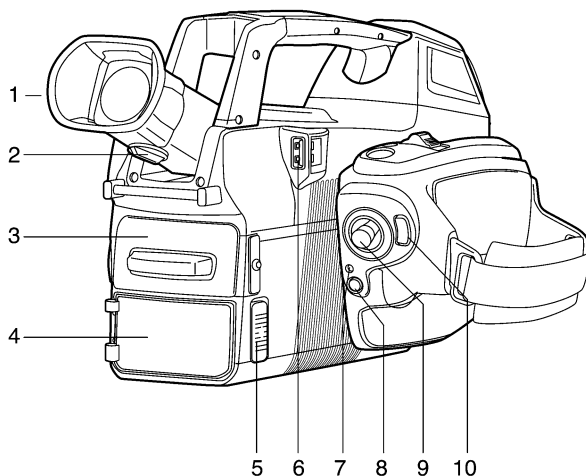
1	Ручка камеры.
2	Лазерный целеуказатель.
3	Цифровая видеокамера.
4	Лампы цифровой камеры. В цифровом режиме камеры лампы включаются нажатием джойстика.
5	<p>S - кнопка предпросмотра/сохранения.</p> <p>Кнопка S выполняет следующие функции (не применяется для видеоклипов и последовательностей видео):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Для предварительного просмотра изображения перед сохранением нажмите и отпустите кнопку. ■ Чтобы сразу сохранить изображение, нажмите на кнопку и удерживайте ее более секунды.

6	<p>Кнопка A/M (автоматического/ручного режима).</p> <p>Кнопка A/M выполняет следующие функции:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Чтобы изменить метод настройки изображения, нажмите и отпустите кнопку (Автоматический режим, Ручной режим, Режим высокой чувствительности (HSM). Примечание: режим HSM не используется для FLIR GF309). ■ Нажмите и удерживайте кнопку более одной секунды, чтобы выполнить калибровку камеры. Примечание: обычно не требуется во время нормальных рабочих процедур.
7	<p>FOCUS ZOOM кнопка.</p> <p>Кнопка FOCUS ZOOM выполняет следующие функции:</p> <p>В режиме получения изображения в реальном времени:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Нажатие на кнопку влево/вправо позволяет сфокусировать камеру. ■ Нажатие на середину кнопки FOCUS ZOOM включает режим автофокусировки. <p>В режиме предварительного просмотра или сохранения изображения:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Нажатие на кнопку FOCUS ZOOM влево/вправо позволяет выбрать масштаб изображения.
8	Ручной ремень
9	Кольцо фокусировки на инфракрасном объективе.
10	Инфракрасный объектив.

11.3 Вид камеры сзади



Рисунок


T638073.a1



Объяснение

В этой таблице даются пояснения к приведенному выше рисунку:

1	Видоискатель.
2	Регулировочная головка для диоптрической коррекции видоискателя.
3	Крышка отсека разъемов.
4	Крышка аккумуляторного отсека.
5	Защелка крышки аккумуляторного отсека.
6	USB-A: разъем для внешних USB-устройств.
7	Светодиодный индикатор питания.
8	<p> Кнопка on/off (Вкл./Выкл.).</p> <p>Кнопка  выполняет следующие функции:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Если камера выключена, то нажатие на эту кнопку включает камеру. ■ Если камера включена, нажмите и удерживайте эту кнопку в нажатом состоянии 0.2 секунды, чтобы выключить камеру.

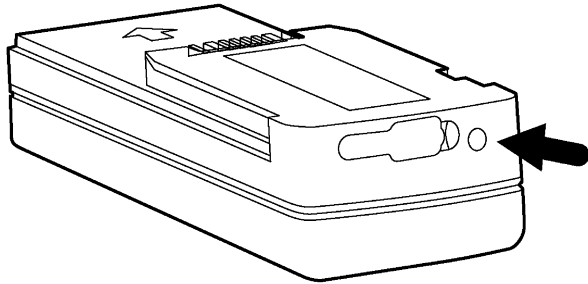
9	<p>Джойстик.</p> <p><i>Джойстик выполняет следующие функции:</i></p> <ul style="list-style-type: none">■ Навигация по меню и диалоговым окнам осуществляется с помощью движений джойстика влево/вправо и вверх/вниз.■ Для изменения значения параметров перемещайте джойстик вверх/вниз/влево/вправо.■ Нажатием на джойстик осуществляется выбор или подтверждение выбора.
10	<p>Кнопка  (Меню/Назад).</p>

11.4

Светодиодный индикатор состояния аккумулятора

Рисунок

10728203.a2



Объяснение

В этой таблице описана работа светодиодного индикатора состояния аккумулятора.

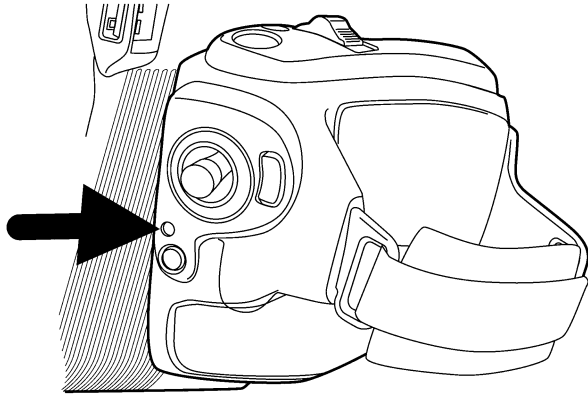
Вид сигнала	Пояснение
Зеленый светодиод мигает с частотой два раза в секунду.	Выполняется зарядка аккумулятора.
Зеленый светодиод горит непрерывно	Аккумулятор заряжен полностью.
Зеленый светодиод не горит.	Аккумулятор отсоединен от источника питания или автономного зарядного устройства.

11.5

Светодиодный индикатор питания

Рисунок

Т638074.а1



Объяснение

В этой таблице описана работа светодиодного индикатора питания.

Вид сигнала	Пояснение
Светодиод не горит.	Камера выключена.
Светодиод горит зеленым светом.	Камера включена.

11.6 Лазерный целеуказатель

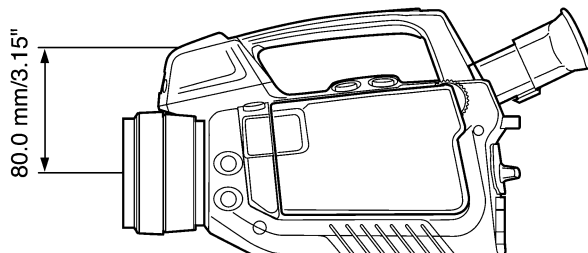
Общее

Камера снабжена лазерным целеуказателем. Если лазерный целеуказатель включен, то над целью на расстоянии около 80 мм можно увидеть лазерную точку.

Рисунок

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


T638075.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. Макс. 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.


12

Элементы дисплея

12.1

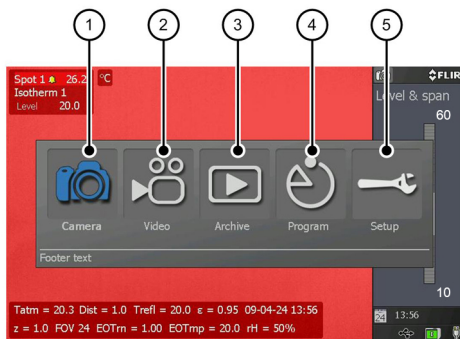
Селектор режимов

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы выбрать режим, поверните колесико выбора режима  на левой стороне камеры.

Рисунок

T638117.a2



Объяснение

В данной таблице объясняются приведенные выше числа:

1	Режим камеры.
2	Режим видео: запись видеоклипов (*.mp4) и последовательностей видео (*.seq). Примечание: возможность записи файлов *.seq используется только для FLIR GF309.
3	Режим архива: просмотр сохраненных изображений и последовательностей видео.
4	Режим программирования: настройка периодического сохранения изображений.
5	Режим настройки: изменение общих настроек.

12.2

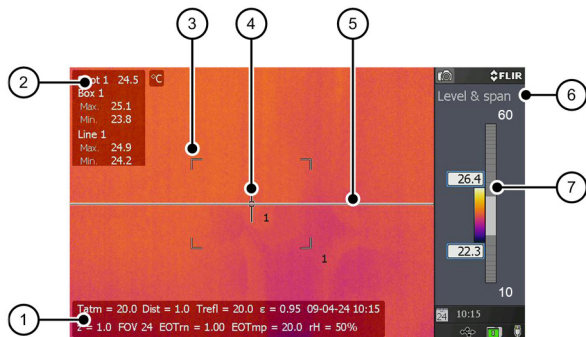
Таблица результатов и средства измерения

ПРИМЕЧАНИЕ

Для доступа к средствам измерения нажмите кнопку 

Рисунок

T638116.a4



Объяснение

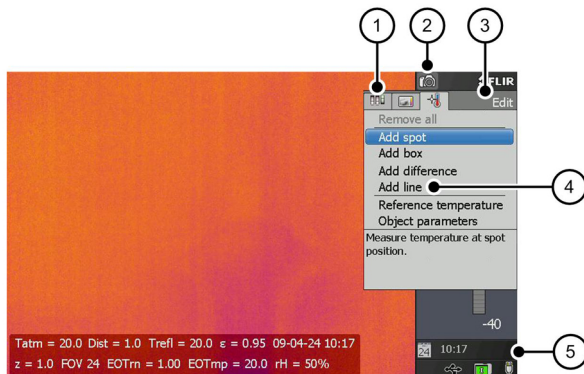
В этой таблице даются пояснения к приведенному выше рисунку:

1	Строка состояния.
2	Таблица результатов.
3	Область (средство измерения).
4	Экспозиметр (средство измерения).
5	Линия (средство измерения).
6	Индикатор метода настройки.
7	Шкала температуры.

12.3 Панель инструментов, индикаторы и другие объекты

Рисунок

T638118.a2



Объяснение

В этой таблице даются пояснения к приведенному выше рисунку:

1	Вкладка меню.
2	Индикатор режима.
3	Имя вкладки меню.
4	Пункт меню.
5	Индикаторы состояния: <ul style="list-style-type: none"> ■ Время. ■ Дата. ■ Индикатор GPS. ■ Индикатор USB. ■ Индикатор питания (от аккумулятора или питающей сети). ■ Индикатор карты памяти SD ("I" или "II"). Индикатор также показывает оставшееся свободное пространство на карте памяти SD. При уменьшении свободного пространства индикатор дает сначала желтый, потом красный предупреждающий сигнал.

Общее

Качество изображения зависит от нескольких различных настроек, при этом некоторые настройки влияют на изображение в большей степени, чем другие.

Настройки, с которыми вам придется поэкспериментировать:

- Настройка фокуса инфракрасной камеры.
- Настройки изображения с помощью **Автоматический режим**, **Ручной режим** или **HSM** (= *Режим высокой чувствительности*).
- Выбор подходящего диапазона температур.
- Выбор подходящей цветовой палитры.
- Включение и отключение режима гистограммы.
- Включение и отключение инвертирования цветовой палитры.
- Изменение параметров объекта.

В данном разделе объясняется, как изменять эти настройки.

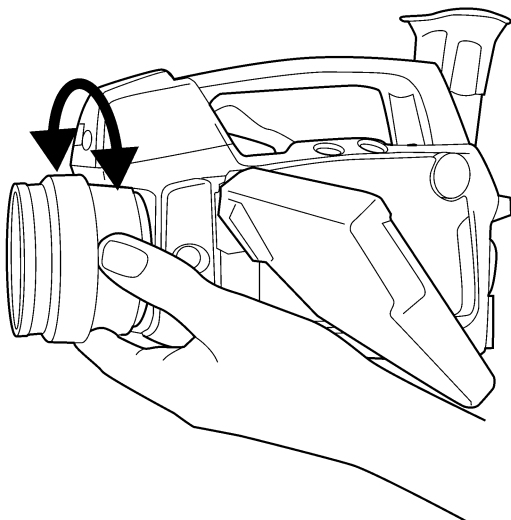
13.1 Ручная настройка фокуса инфракрасной камеры

ПРИМЕЧАНИЕ

Не прикасайтесь к поверхности линз при ручной фокусировке инфракрасной камеры. Если это случится, выполните очистку линзы в соответствии с инструкциями Раздел 21.2 – Инфракрасный объектив на стр. 100.

Рисунок

T638095.a1



Процедура

Выполните одно из следующих действий:

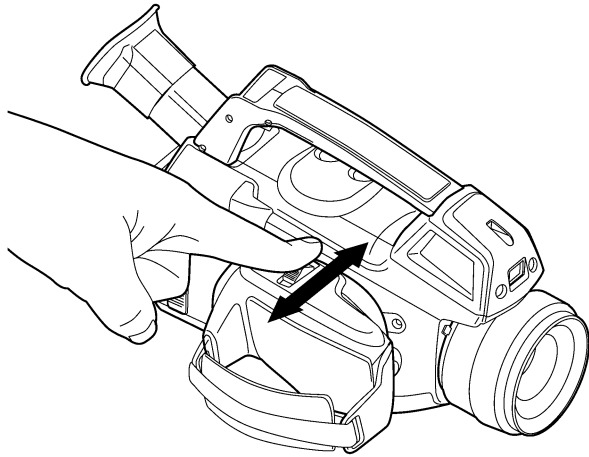
- Чтобы сфокусировать инфракрасную камеру на далекий объект, вращайте кольцо фокусировки против часовой стрелки (со стороны объектива).
- Чтобы сфокусировать инфракрасную камеру на близкий объект, вращайте кольцо фокусировки по часовой стрелке (со стороны объектива).

13.2

Настройка фокуса инфракрасной камеры

Рисунок

T638175,a1



Процедура

Чтобы настроить фокус инфракрасной камеры, необходимо выполнить следующие действия:

1	Убедитесь, что изображение воспроизводится в режиме реального времени.
2	Настройте фокус камеры, нажимая кнопку FOCUS ZOOM влево/вправо.

13.3 Настройка изображения

Общее


В зависимости от модели камеры, возможны несколько способов настройки изображения.

Описание методов настройки

Автоматический режим	Метод настройки, автоматически подбирающий наилучшую яркость и контрастность.
HSM	HSM = Режим высокой чувствительности. Метод настройки, специально разработанный для обнаружения газов. В этом режиме возможно изменение чувствительности для оптимизации качества изображения.
Вручную	Метод настройки, который позволяет вручную настраивать подходящий уровень температуры и интервал температур в соответствии с температурой исследуемого объекта. При использовании камеры для обнаружения газа такой режим позволяет учитывать температуру фона газа, благодаря чему газ становится виден более четко.

**Процедура
(Автоматический
режим)**

Настройка изображения методом Автоматического режима выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите кнопку А/М, чтобы выбрать Автоматический режим . Настройка наилучшей яркости и контрастности будет осуществляться непрерывно.

Рисунок



На данном рисунке показана ручка регулятора HSM.

T638196.a1





Процедура (HSM)

Настройка изображения методом HSM выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите кнопку A/M, чтобы выбрать HSM. Изменение чувствительности осуществляется перемещением джойстика вправо/влево. Потребуется поэкспериментировать с настройками, чтобы получить четкое изображение засвидетельствованной утечки газа.

**Процедура
(Ручной режим)**

Настройка изображения методом Ручной режим выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите кнопку А/М , чтобы выбрать Ручной режим, далее выполните одно из следующих действий: <ul style="list-style-type: none">■ Измените уровень температуры, переместив джойстик вверх/вниз.■ Чтобы изменить интервал температур, передвиньте джойстик влево/вправо.

13.4 Выбор подходящего диапазона температур

13.4.1 О диапазонах температур

Общее

У камеры есть три разных типа диапазонов. В каждом типе есть несколько поддиапазонов. Вам требуется выбрать подходящий для вашего объекта диапазон.

Типы диапазонов температур

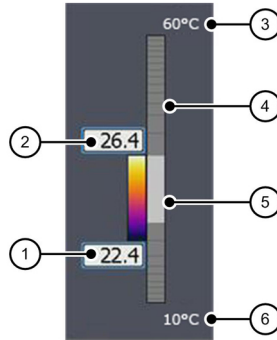
Тип	Имя	Пример	Пояснение
1	Характеристики диапазона температур	от -40°C до $+350^{\circ}\text{C}$ –	Все температуры, которые камера может регистрировать. Этот диапазон - общая сумма температурных диапазонов (тип №2 ниже).
2	Диапазон температур	от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+60^{\circ}\text{C}$	Интервал температур, которые камера может регистрировать с текущими настройками. Этот тип диапазона является подтипом по отношению к типу №1 выше.
3	Интервал температур	от $+23,8^{\circ}\text{C}$ до $+25,9^{\circ}\text{C}$	Диапазон температур, который камера может регистрировать, будучи направленной на определенную сцену с заданным определенным диапазоном температур.

13.4.2

Понимание температурной шкалы

Рисунок

T638120.a4



Объяснение


В данной таблице содержатся объяснения приведенных выше чисел:

1	Установленная на текущий момент минимальная температура в интервале (= диапазон 3 типа в таблице на стр. 44).
2	Установленная на текущий момент максимальная температура в интервале (= диапазон 3 типа в таблице на стр. 44).
3	Установленная на текущий момент максимальная температура в диапазоне, который камера может регистрировать с текущими настройками (= диапазон 3 типа в таблице на стр. 44).
4	Индикатор температурного диапазона (= диапазон 2 типа в таблице на стр. 44).
5	Индикатор температурного интервала (= диапазон 3 типа в таблице на стр. 44).
6	Установленная на текущий момент минимальная температура в диапазоне, который камера может регистрировать с текущими настройками (= диапазон 2 типа в таблице на стр. 44).

13.4.3 Изменение температурного диапазона

Процедура


Изменение температурного диапазона выполняется следующим образом.

1	Выполните одно из следующих действий: <ul style="list-style-type: none">■ Нажмите кнопку температурного диапазона на левой стороне камеры.■ Нажмите кнопку , затем выберите Настроить темп. диапазон.
2	Выберите подходящий для объекта температурный диапазон, перемещая джойстик вверх/вниз.
3	Нажмите кнопку диапазона температур для подтверждения и выхода из режима настроек.

13.5

Выбор подходящей цветовой палитры

Процедура




1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Перемещайте джойстик влево/вправо, чтобы открыть вкладку Изображение .
3	Перейдите к Цветовая палитра , перемещая джойстик вверх/вниз.
4	Нажмите на джойстик, чтобы включить список палитр.
5	Выберите новую палитру, перемещая джойстик вверх/вниз.
6	Нажмите на джойстик.
7	Нажмите кнопку  , чтобы выйти из режима настройки.

13.6 Включение и отключение режима гистограммы

Общее

Режим гистограммы - это метод отображения изображений, который равномерно распределяет цветовую информацию между имеющимися на изображении значениями температуры.




Процедура

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Перемещайте джойстик влево/вправо, чтобы открыть вкладку Изображение .
3	Выберите Гистограмма , перемещая джойстик вверх/вниз.
4	Нажмите на джойстик, чтобы выключить/отключить настройку.
5	Нажмите кнопку  , чтобы выйти из режима настройки.

13.7

**Включение и отключение инвертирования
цветовой палитры**

Процедура

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Перемещайте джойстик влево/вправо, чтобы открыть вкладку Изображение .
3	Перейдите к Инвертировать палитру , перемещая джойстик вверх/вниз.
4	Нажмите на джойстик, чтобы выключить/отключить настройку.
5	Нажмите кнопку  , чтобы выйти из режима настройки.

13.8 Изменение параметров объекта

Общее

Для выполнения особо точных измерений необходимо задать параметры объекта. Эти параметры задаются локально или глобально. Следующая процедура позволяет выполнять глобальное изменение параметров 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 обратной величиной к коэффициенту излучения. Коэффициент излучения характеризует ту часть излучения, которая исходит из самого объекта, а не отражается им.
- Параметр **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.
- Параметр **Относительная влажность** соответствует относительной влажности воздуха между камерой и исследуемым объектом.
- Параметр **Температура внешней оптической системы** 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 теряет смысл.
- **Пропускание внешней оптической системы** - коэффициент оптического пропускания любых защитных окон и т.д., помещенных между камерой и наблюдаемым объектом.

Примечание: При использовании в печах и других высокотемпературных применениях установите на камеру теплозащиту. Необходимо также задать для камеры правильное значение коэффициента пропускания внешней оптической системы теплозащиты. Значение коэффициента пропускания внешней оптической системы отмечено на внутренней стороне теплозащиты. Введите значение коэффициента в диалоговое окно Параметры объекта во вкладке **Редактирование**.

При снятии теплозащиты необходимо сбросить значение коэффициента пропускания внешней оптической системы на 1.0.

Рекомендуемые значения





Если точные значения параметров неизвестны, рекомендуется использовать следующие значения:

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

Температура воздуха	+20°C
---------------------	-------

Процедура

Для глобального изменения значений параметров объекта необходимо выполнить следующие действия:

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите на кнопку  для отображения меню.
3	Перемещая джойстик влево/вправо, откройте вкладку Редактирование .
4	Выберите Параметры объекта , перемещая джойстик вверх/вниз.
5	Нажмите на джойстик, чтобы открыть диалоговое окно.
6	Выберите параметр, который собираетесь изменить, перемещая джойстик вверх/вниз, затем нажмите на джойстик.
7	Измените значение, перемещая джойстик вверх/вниз, затем нажмите на джойстик.
8	Нажмите кнопку  , чтобы подтвердить изменения и выйти из режима настройки.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Из перечисленных выше семи параметров *коэффициент излучения* и *видимая отраженная температура* являются наиболее важными и должны быть установлены с максимальной точностью.
- Чтобы изменить параметры объекта *локально*, сначала выберите измерительный инструмент на панели инструментов, затем выберите **Использовать локальные параметры**. Для изменения локальных параметров выберите **Редактировать локальные параметры** и редактируйте их таким же образом, как глобальные параметры объекта.

Смежные темы

- Подробную информацию о параметрах и процедуре задания коэффициента излучения и видимой отраженной температуры см. в разделе 29 – Техника термографических измерений на стр. 151.

Общее

К этой камере можно подключить такие внешние устройства, как:

- Источник питания.
 - Видеомонитор или проекционный аппарат, присоединенный через кабель HDMI.
 - Компьютер для переноса изображений и других файлов в камеру и из камеры.
 - Внешнее устройство USB, например USB-клавиатуру или карту памяти USB.
 - Одна или две карты памяти SD.
 - Одна или две карты памяти SDHC.
-

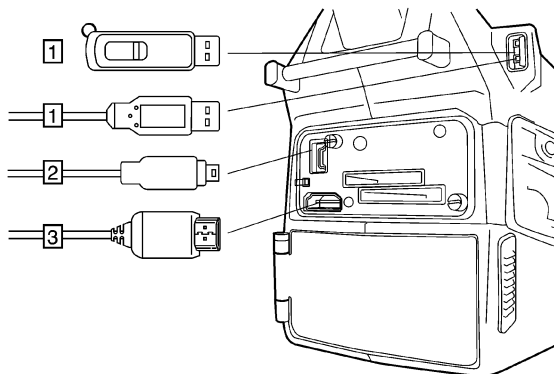
Смежные темы

- Раздел 14.1 – Подключение устройств к задним разъемам камеры на стр. 54
 - Раздел 14.2 – Установка карты памяти SD на стр. 56
-

14.1 Подключение устройств к задним разъемам камеры

Рисунок

T638077.a1



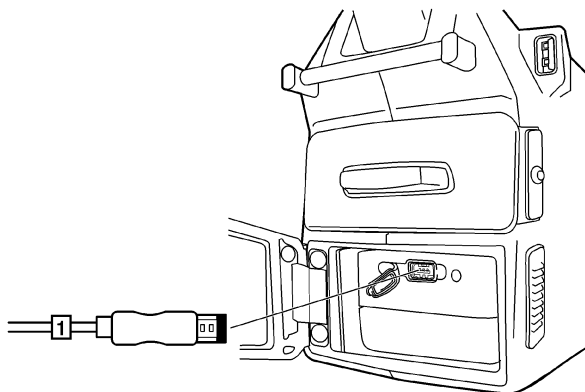
Объяснение

В этой таблице даются пояснения к приведенному выше рисунку:

1	Для подключения к камере внешнего USB-устройства используется кабель USB-A и этот разъем. Также через этот разъем можно подключить карту памяти USB.
2	Этот разъем предназначен для подключения компьютера посредством кабеля USB mini-B с целью обмена файлами и изображениями.
3	Для воспроизведения видео в реальном времени с камеры или внешнего видеомонитора посредством протокола HDMI (мультимедийный интерфейс высокой чёткости) используется кабель HDMI и данный разъем.

Рисунок

Т638078,а1



Объяснение

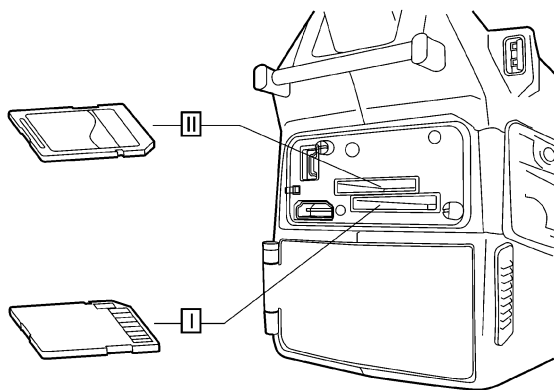
В этой таблице даются пояснения к приведенному выше рисунку:

1	Для подключения камеры к источнику питания используется шнур питания и данный разъем. Разъем питания защищен резиновой крышкой.
---	---

14.2 Установка карты памяти SD

Рисунок

T638079_a2



Объяснение

В этой таблице даются пояснения к приведенному выше рисунку:

I	<p>Этот слот предназначен для карты памяти SD Memory (обозначенной в программе камеры римской цифрой 'I').</p> <p>Примечание: Разъемы на карте должны быть лицевой стороной <i>вверх</i>, когда вставляется карта.</p>
II	<p>Этот слот предназначен для карты памяти SD Memory (обозначенной в программе камеры римской цифрой 'II').</p> <p>Примечание: Разъемы на карте должны быть лицевой стороной <i>вниз</i> когда вставляется карта.</p>

Форматирование карт памяти

Для хорошей работы карты памяти должны подходить по формату к файловой системе FAT (FAT16). Использование карт памяти формата FAT32 может привести к нечеткой работе. Чтобы привести карты памяти к формату FAT (FAT16), сделайте следующее:

1	Вставьте карту памяти SD в считывающее устройство, подключенное к компьютеру.
2	В Windows® Explorer выберите Мой компьютер и щелкните правой кнопкой мыши на карту памяти.
3	Выберите Формат .
4	В меню Файловая система выберите FAT .
5	Нажмите Пуск .

ПРИМЕЧАНИЕ

- Карты памяти SDHC на 4 Гб и более могут форматироваться только в файловой системе FAT32.
-

15.1

Зарядка аккумулятора камеры

15.1.1

Зарядка аккумулятора с помощью шнура питания**ПРИМЕЧАНИЕ**

- Перед первым включением камеры аккумулятор должен заряжаться не менее четырех часов. После этого аккумулятор следует заряжать всякий раз, когда появляется предупреждающее сообщение о пониженном напряжении аккумулятора.
- На аккумуляторе имеется светодиодный индикатор, сообщающий о его состоянии. Если индикатор светится зеленым светом, то это означает, что аккумулятор полностью заряжен.
- Заряжайте аккумулятор при комнатной температуре. Если во время зарядки аккумулятор находится в камере, она должна быть выключена. Если вы заряжаете аккумулятор, не вынимая из камеры, полная зарядка невозможна.

Процедура

Чтобы зарядить аккумулятор с помощью шнура питания, необходимо выполнить следующие действия:

1	Подсоедините шнур питания к разъему аккумулятора.
2	Вставьте штепсельную вилку шнура питания в сетевую розетку.
3	Когда загорится зеленый светодиод на индикаторе состояния аккумулятора, отсоедините шнур питания.

Смежные темы

- Подробную информацию о светодиодном индикаторе аккумулятора см. в Разделе 11.4 – Светодиодный индикатор состояния аккумулятора на стр. 30.
- Подробную информацию о порядке установки и удаления аккумулятора см. Раздел 15.2.1 – Установка аккумулятора на стр. 60 и Раздел 15.2.2 – Демонтаж аккумулятора на стр. 62.

15.1.2 Зарядка аккумулятора с помощью автономного зарядного устройства

ПРИМЕЧАНИЕ

- Перед первым включением камеры аккумулятор должен заряжаться не менее четырех часов. После этого аккумулятор следует заряжать всякий раз, когда появляется предупреждающее сообщение о пониженном напряжении аккумулятора.
- На аккумуляторе имеется светодиодный индикатор, сообщающий о его состоянии. Если индикатор светится зеленым светом, то это означает, что аккумулятор полностью заряжен.
- Заряжайте аккумулятор при комнатной температуре.

Процедура

Чтобы зарядить аккумулятор с помощью автономного зарядного устройства, необходимо выполнить следующие действия:

1	Вставьте аккумулятор в автономное зарядное устройство.
2	Подсоедините шнур питания к разъему автономного зарядного устройства.
3	Вставьте штепсельную вилку шнура питания в сетевую розетку.
4	Когда загорится зеленый светодиод на индикаторе состояния аккумулятора, отсоедините шнур питания.

Смежные темы

- Подробную информацию о светодиодном индикаторе аккумулятора см. в Разделе 11.4 – Светодиодный индикатор состояния аккумулятора на стр. 30.
- Подробную информацию о порядке установки и удаления аккумулятора см. Раздел 15.2.1 – Установка аккумулятора на стр. 60 и Раздел 15.2.2 – Демонтаж аккумулятора на стр. 62.

15.2 Установка и извлечение аккумулятора камеры

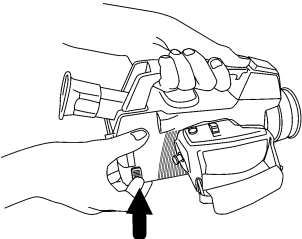
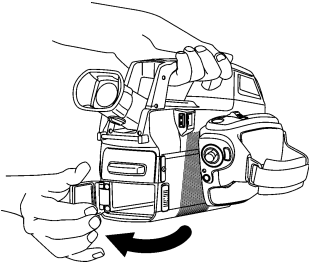
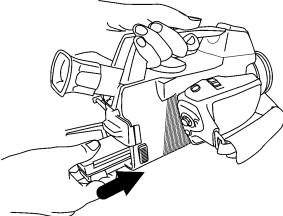
15.2.1 Установка аккумулятора

ПРИМЕЧАНИЕ

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

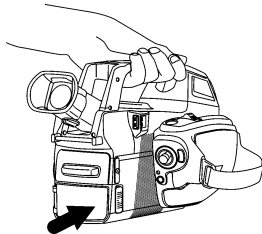
Процедура

Для установки аккумулятора необходимо выполнить следующие действия:

<p>1</p>	<p>Нажмите защелку крышки аккумуляторного отсека.</p> <p>T638084.a1</p> 
<p>2</p>	<p>Откройте крышку аккумуляторного отсека.</p> <p>T638085.a1</p> 
<p>3</p>	<p>Вставьте аккумулятор в аккумуляторный отсек.</p> <p>T638086.a1</p> 

4 Закройте крышку аккумуляторного отсека.

T638087:a1



15.2.2 Демонтаж аккумулятора

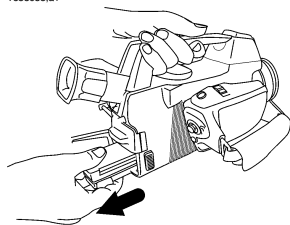
Процедура

Для удаления аккумулятора необходимо выполнить следующие действия:

<p>1</p>	<p>Нажмите защелку крышки аккумуляторного отсека.</p> <p><small>T638084.a1</small></p> 
<p>2</p>	<p>Откройте крышку аккумуляторного отсека.</p> <p><small>T638081.a1</small></p> 
<p>3</p>	<p>Нажмите рычаг аккумулятора.</p> <p>Примечание: на этом рисунке палец закрывает рычаг. Механизм справа от пальца - блокировочный механизм аккумуляторного отсека.</p> <p><small>T638082.a1</small></p> 

4 Извлеките аккумулятор из аккумуляторного отсека.

T638083.a1



15.3 Включение камеры

Процедура


Чтобы включить камеру, нажмите и отпустите кнопку .

ПРИМЕЧАНИЕ

Примечание: после включения камеры механический охладитель начнет охлаждение инфракрасного детектора. Звук охладителя напоминает приглушенный шум двигателя. *Этот звук нормален.* Процедура охлаждения обычно занимает 7 минут для FLIR GF300, GF309, GF320 и 10 минут для FLIR GF306. При высокой температуре окружающего воздуха время охлаждения может увеличиться на 30% или более.

15.4 Выключение камеры

Процедура

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

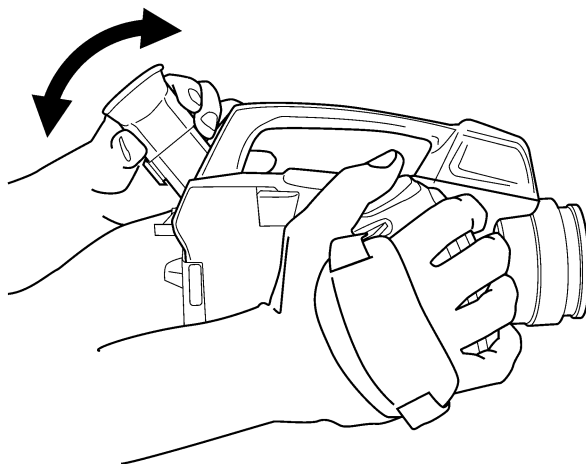
15.5 Регулировка угла наклона видоискателя

Общее

Для удобства работы с камерой можно отрегулировать угол наклона видоискателя.

Рисунок

T638088.a1



Процедура

Отрегулируйте положение видоискателя, наклоняя его вверх/вниз.

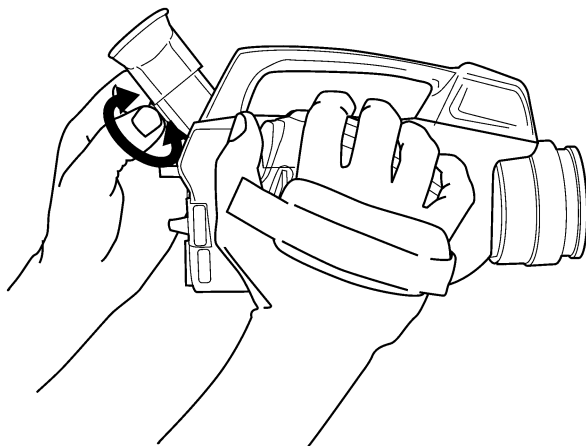
15.6 *Диоптрическая коррекция видоискателя'*

Общее

Вы можете отрегулировать видоискатель под свое зрение с помощью регулятора диоптрической коррекции.

Рисунок

T638090.a1



Процедура

Выполняя диоптрическую коррекцию видоискателя, смотрите на отображаемый текст или графическое изображение на экране дисплея и, вращая регулятор диоптрической коррекции по часовой или против часовой стрелки, настройте изображение на максимальную резкость.

ПРИМЕЧАНИЕ

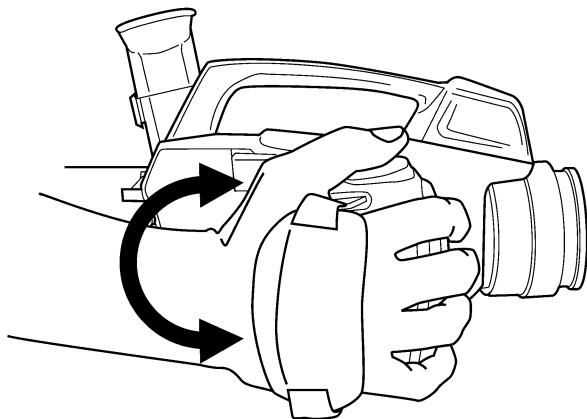
- Максимальная диоптрическая коррекция: +2
- Минимальная диоптрическая коррекция: -2

15.7 Регулировка рукоятки камеры

Общее Для удобства работы с камерой можно отрегулировать угол наклона рукоятки камеры.

Рисунок

T638091.a1



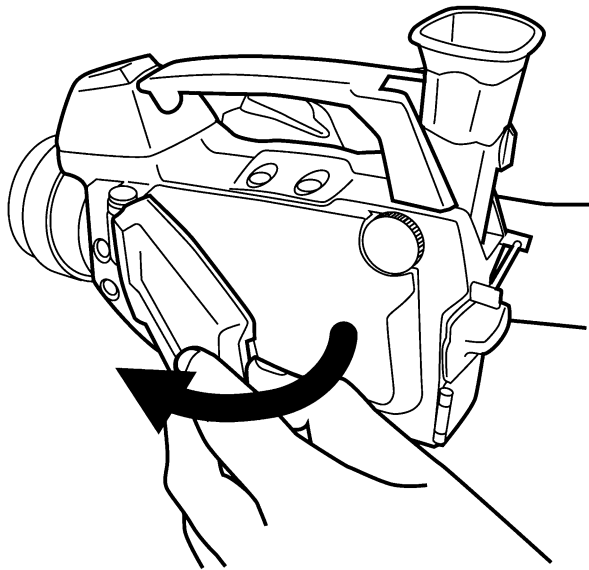
Процедура Чтобы установить рукоятку камеры в нужном положении, поверните ее по часовой или против часовой стрелки.

15.8

Открытие дисплея

Рисунок

T638093.a1



15.9

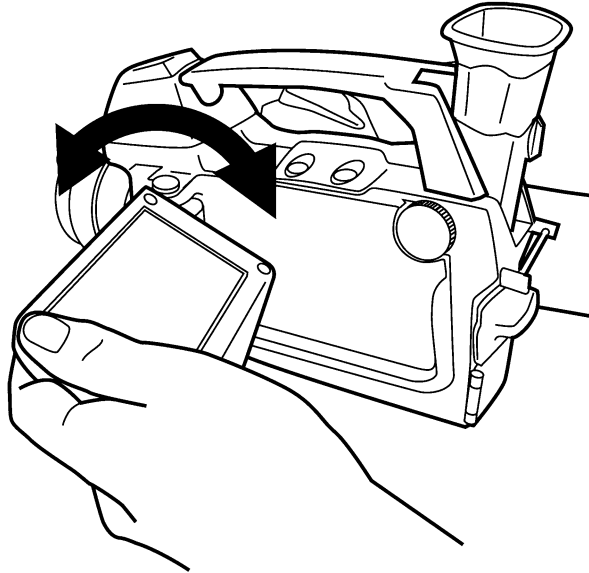
Регулировка положения дисплея

Общее

Для удобства работы с камерой можно отрегулировать угол наклона дисплея.

Рисунок

T638094.a1



Процедура

Чтобы установить дисплей в нужном положении, поверните его по часовой или против часовой стрелки.

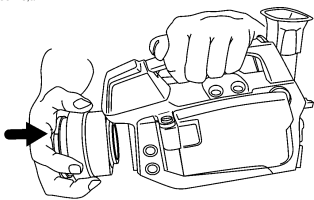
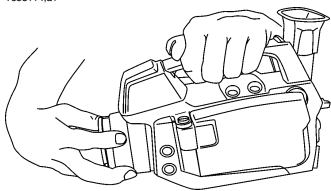
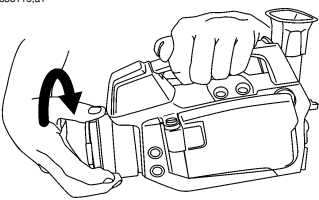
15.10 Установка инфракрасного объектива

ПРИМЕЧАНИЕ

- Не прикасайтесь к поверхности линз при установке инфракрасного объектива. Если это случилось, выполните очистку линзы в соответствии с инструкциями Раздела 21.2 – Инфракрасный объектив на стр. 100.
- 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.

Процедура

Инфракрасный объектив устанавливается следующим образом:

1	<p>Совместите метки на объективе и кольце байонета.</p> <p><small>T638113.a1</small></p> 
2	<p>Осторожно вставьте инфракрасный объектив в кольцо байонета.</p> <p><small>T638114.a1</small></p> 
3	<p>Поверните объектив на 30° по часовой стрелке (со стороны объектива).</p> <p><small>T638115.a1</small></p> 

15.11

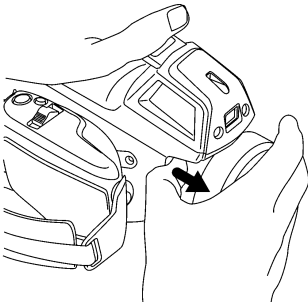
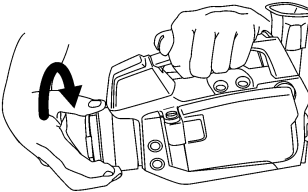
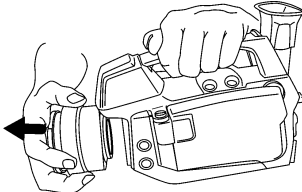
Снятие инфракрасного объектива

ПРИМЕЧАНИЕ

- Не прикасайтесь к поверхности линз при снятии инфракрасного объектива с камеры. Если это случится, выполните очистку линзы в соответствии с инструкциями Раздел 21.2 – Инфракрасный объектив на стр. 100.
- Перед снятием объектива наденьте на него защитную крышку, чтобы избежать попадания пыли и касания пальцев.
- 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.

Процедура

Инфракрасный объектив снимается с камеры следующим образом:

<p>1</p> <p>T638110.a1</p>	<p>Отожмите защелку инфракрасного объектива.</p> 
<p>2</p> <p>T638115.a1</p>	<p>Поверните инфракрасный объектив на 30° против часовой стрелки (со стороны объектива).</p> 
<p>3</p> <p>T638112.a1</p>	<p>Осторожно извлеките объектив из кольца байонета.</p> 

15.12 Установка теплозащиты

Общее

При использовании в печах и других высокотемпературных применениях необходимо установить на камеру теплозащиту.

Необходимо также задать для камеры правильное значение коэффициента пропускания внешней оптической системы теплозащиты. Значение коэффициента пропускания внешней оптической системы отмечено на внутренней стороне теплозащиты. Введите значение коэффициента в диалоговое окно Параметры объекта во вкладке Редактирование.

ВНИМАНИЕ

T638267,a1



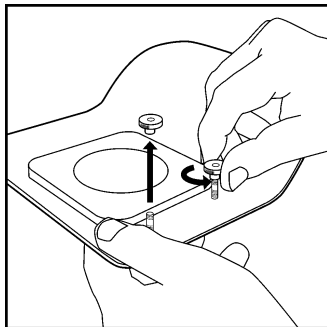
Использование при высокой температуре без теплозащиты может привести к повреждению камеры.

Процедура

Для установки теплозащиты необходимо выполнить следующие действия.

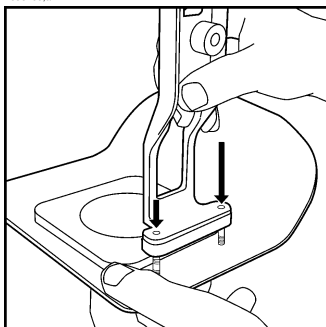
- 1 Открутите с теплозащиты две гайки.

T638268,a1



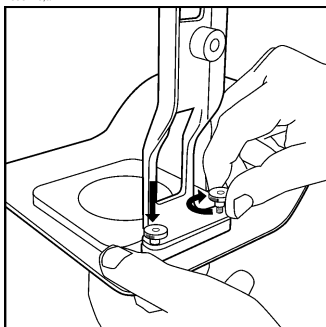
- 2** Наденьте алюминиевую рамку на винты.

T638269.a1



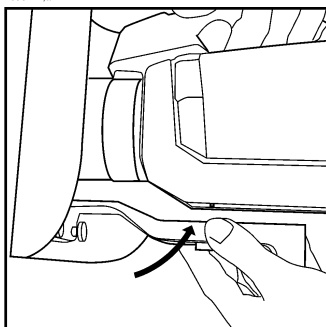
- 3** Закрутите обе гайки.

T638270.a1



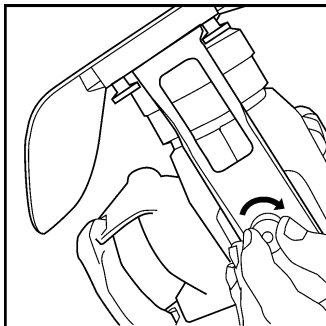
- 4** Совместите алюминиевую рамку с поверхностью нижней части камеры. На рамке есть специальные выступы для совмещения, которые должны совпадать с углублениями на поверхности камеры.

T638271.a1



5 Прикрепите алюминиевую рамку крепежными винтами.

T698272:a1



ПРИМЕЧАНИЕ

При снятии теплозащиты необходимо сбросить значение коэффициента пропускания внешней оптической системы на 1.0.

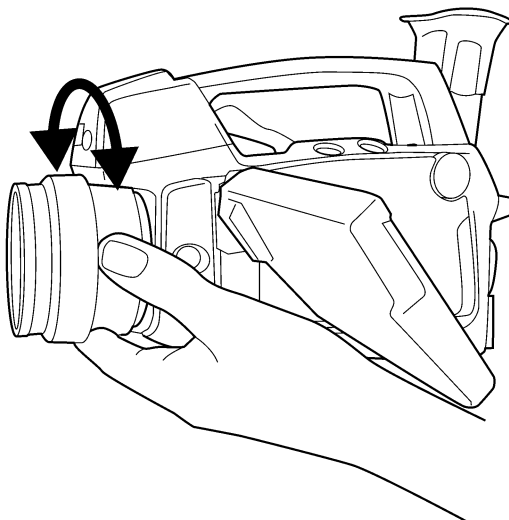
15.13

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 21.2 – Инфракрасный объектив на стр. 100.

Рисунок

T638095.a1

**Процедура**

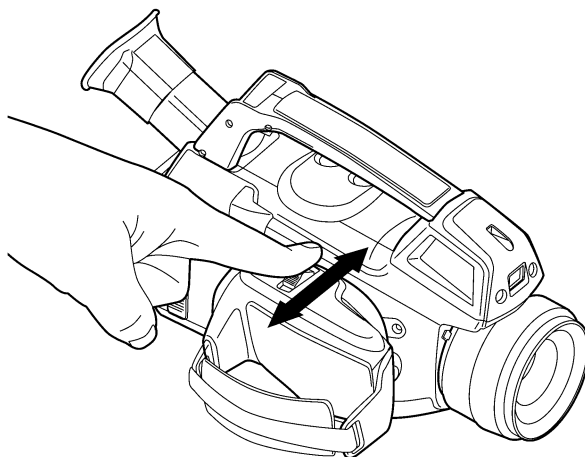
Выполните одно из следующих действий:

- Чтобы сфокусировать инфракрасную камеру на далекий объект, вращайте кольцо фокусировки против часовой стрелки (со стороны объектива).
- Чтобы сфокусировать инфракрасную камеру на близкий объект, вращайте кольцо фокусировки по часовой стрелке (со стороны объектива).

15.14 Настройка фокуса инфракрасной камеры

Рисунок

T638175,a1



Процедура

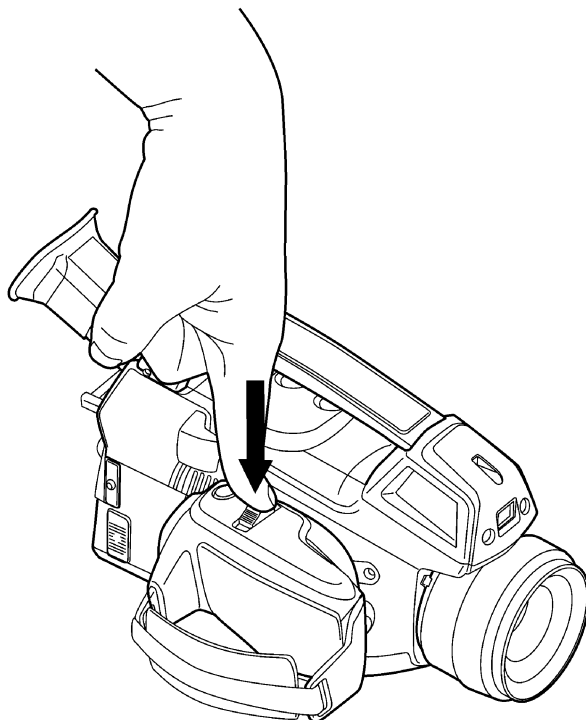
Чтобы настроить фокус инфракрасной камеры, необходимо выполнить следующие действия:

1	Убедитесь, что изображение воспроизводится в режиме реального времени.
2	Настройте фокус камеры, нажимая кнопку FOCUS ZOOM влево/вправо.

15.15 Автоматическая фокусировка инфракрасной и цифровой камеры

Рисунок

T638176.a1



Процедура

Автоматическая фокусировка инфракрасной и цифровой камеры выполняется следующим образом:

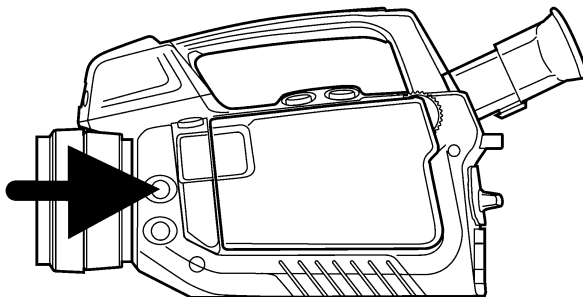
1	Убедитесь, что изображение воспроизводится в режиме реального времени.
2	Нажатие на середину кнопки FOCUS ZOOM включает режим автофокусировки.

15.16

Управление лазерным целеуказателем

Рисунок

T638076.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.

15.17 *Использование функции масштабирования*

Общее С помощью функции масштабирования можно изменять размер инфракрасных изображений в режиме предварительного просмотра или вызова изображения. Эта возможность позволяет увеличивать и изучать мелкие детали изображения.

Процедура Выполните одно из следующих действий:

- Чтобы увеличить изображение в реальном времени, выберите **Масштаб** на второй вкладке в системе меню и используйте джойстик.
- Чтобы увеличить изображение в режиме вызова изображения, нажмите кнопку **FOCUS | ZOOM** влево/вправо.

16 Работа с просмотрами и изображениями

16.1 Сохранение инфракрасного изображения

Общее

На карте памяти MicroSD можно сохранить одно или более изображений.

Емкость карт памяти

В этой таблице указывается *приблизительное* количество изображений, которое можно сохранить на картах памяти SD Memory:

Объем карты памяти	Количество изображений
1 ГБ	2,000
2 Гб	4,000



СМ.

- Раздел 16.1.1 – Сохранение инфракрасного изображения непосредственно на карту памяти SD. на стр. 81
 - Раздел 16.1.2 – Предварительный просмотр и сохранение инфракрасного изображения на карту памяти SD. на стр. 82
-

16.1.1 Сохранение инфракрасного изображения непосредственно на карту памяти SD.

Общее Можно сохранить инфракрасное изображение непосредственно на карту памяти SD без предварительного просмотра.

Процедура Сохранение инфракрасного изображения непосредственно на карту памяти SD выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима таким образом:  .
2	Чтобы сохранить изображение без предварительного просмотра, нажмите на кнопку  и удерживайте ее более секунды.

16.1.2 Предварительный просмотр и сохранение инфракрасного изображения на карту памяти SD.

Общее Вы можете просмотреть изображение перед сохранением его на карту памяти SD. Это позволит вам выполнить одно или более из следующих действий:

- Редактирование измерений.
- Настройка изображения.
- Добавление цифровой фотографии. Лампы цифровой камеры включаются нажатием джойстика.
- Удаление изображения.

Процедура Предварительный просмотр и сохранение инфракрасного изображения на карту памяти SD выполняются следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима таким образом: 
2	Нажмите и отпустите кнопку  . Откроется диалоговое окно предварительного просмотра.
3	<p>Теперь вы можете выполнить одно или несколько из следующих действий перед сохранением изображения.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Выберите  для редактирования измерений. ■ Выберите  для настройки изображения. ■ Выберите , чтобы добавить цифровую фотографию. Лампы цифровой камеры включаются нажатием джойстика. ■ Выберите , чтобы удалить изображение. ■ Выберите , чтобы сохранить изображение.


16.2 Открытие изображения

Общее

Когда вы сохраняете изображение, оно записывается в карту памяти SD. Чтобы снова просмотреть это изображение, его нужно открыть, загрузив с карты памяти SD.

Процедура

Для открытия изображения необходимо выполнить следующие действия:

1	Поверните колесико выбора режима таким образом:  .
2	<p>Выполните одно из следующих действий:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Для выбора другого изображения передвиньте джойстик влево/вправо. ■ Для просмотра всех сохраненных изображений переместите джойстик вверх, затем используйте джойстик для перехода к другому изображению.

16.3 *Настройка изображения*

Общее



В зависимости от модели камеры, возможны несколько способов настройки изображения.

Описание методов настройки

Автоматический режим	Метод настройки, автоматически подбирающий наилучшую яркость и контрастность.
HSM	HSM = Режим высокой чувствительности. Метод настройки, специально разработанный для обнаружения газов. В этом режиме возможно изменение чувствительности для оптимизации качества изображения.
Вручную	Метод настройки, который позволяет вручную настраивать подходящий уровень температуры и интервал температур в соответствии с температурой исследуемого объекта. При использовании камеры для обнаружения газа такой режим позволяет учитывать температуру фона газа, благодаря чему газ становится виден более четко.

**Процедура
(Автоматический
режим)**

Настройка изображения методом **Автоматического режима** выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите кнопку А/М, чтобы выбрать Автоматический режим . Настройка наилучшей яркости и контрастности будет осуществляться непрерывно.

Рисунок



На данном рисунке показана ручка регулятора HSM.

T638196.a1





Процедура (HSM)

Настройка изображения методом HSM выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите кнопку A/M, чтобы выбрать HSM. Изменение чувствительности осуществляется перемещением джойстика вправо/влево. Потребуется поэкспериментировать с настройками, чтобы получить четкое изображение засвидетельствованной утечки газа.

**Процедура
(Ручной режим)**

Настройка изображения методом Ручной режим выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите кнопку А/М , чтобы выбрать Ручной режим, далее выполните одно из следующих действий: <ul style="list-style-type: none">■ Измените уровень температуры, переместив джойстик вверх/вниз.■ Чтобы изменить интервал температур, передвиньте джойстик влево/вправо.

16.4 Изменение настроек, относящихся к воспроизведению изображения

Общее

У вас есть возможность включить/отключить ряд настроек, относящихся к воспроизведению изображения, таких как:

- Масштабирование, то есть увеличение или уменьшение изображения.
- Скрыть/отобразить графику, то есть спрятать или показать экранную графику.
- Изменение цветовой палитры, то есть цветов, используемых для отображения температуры на инфракрасном изображении.
- Инвертировать полярность, то есть изменить полярность изображения с *белый=горячий* на *черный=горячий*.
- Выравнивание гистограммой, то есть метод отображения изображений, который равномерно распределяет цветовую информацию между имеющимися на изображении значениями температуры.



Процедура

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите на кнопку  для отображения меню.
3	Перемещайте джойстик влево/вправо, чтобы открыть вкладку Изображение .
4	Перемещайте джойстик вверх/вниз, чтобы выбрать настройку, которую собираетесь изменить.
5	Нажмите на джойстик, чтобы выключить/отключить настройку. (Если вы выбрали Масштаб , вы можете изменить масштаб, двигая джойстик вверх/вниз.)
6	Нажмите кнопку  , чтобы выйти из режима настройки.

16.5 Удаление файла

Процедура

Удаление файла изображения, видеоклипа или последовательности видео выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима таким образом: 
2	Переместите джойстик вверх, чтобы просмотреть все файлы.
3	Выберите файл, который хотите удалить, передвигая джойстик вправо/влево.
4	Нажмите на кнопку  для отображения меню.
5	Перемещая джойстик вверх/вниз, выберите одно из следующих действий: <ul style="list-style-type: none"> ■ Удалить ■ Удалить все
6	Нажмите на джойстик.
7	Подтвердите удаление и нажмите на джойстик.

17

Работа с инструментами измерений

17.1




Размещение измерительного инструмента

Общее

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

Процедура

Для размещения измерительного инструмента необходимо выполнить следующие действия:

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите на кнопку  для отображения меню.
3	Перемещая джойстик влево/вправо, откройте вкладку Редактирование .
4	Перемещая джойстик вверх/вниз, выберите измерительный инструмент, который собираетесь разместить.
5	Нажмите на джойстик. Измерительный инструмент появится на экране.

17.2 *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.

Процедура

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

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите на кнопку  для отображения меню.
3	Перемещая джойстик влево/вправо, откройте вкладку Редактирование .
4	Выберите измерительный инструмент, который собираетесь передвинуть или размер которого собираетесь изменить, перемещая джойстик вверх/вниз.
5	Нажмите на джойстик для отображения меню.
6	Выберите Переместить или Изменить размер , двигая джойстик вверх/вниз.
7	Переместите измерительный инструмент или измените его размер, двигая джойстик вверх/вниз или вправо/влево.
8	Нажмите на джойстик для подтверждения.
9	Нажмите кнопку  , чтобы выйти из режима настройки.

17.3 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	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите на кнопку  для отображения меню.
3	Перемещая джойстик влево/вправо, откройте вкладку Редактирование .
4	<p>Выполните следующие действия и затем нажмите на джойстик для подтверждения своего выбора:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Укажите <i>первую</i> функцию, выбрав Функция 1 и нажав на джойстик. Передвигая джойстик вверх/вниз, выберите инструмент измерения для этой функции. 2 Укажите <i>идентификатор</i> этого инструмента измерения, выбрав Идентификатор и нажав на джойстик. Идентификатор инструмента измерения выбирается перемещением джойстика вверх/вниз. 3 Укажите <i>тип результата измерения</i> для этого инструмента, выбрав Тип и нажав на джойстик. Тип результата измерения выбирается перемещением джойстика вверх/вниз.
5	<p>Выполните следующие действия и затем нажмите на джойстик для подтверждения своего выбора:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Укажите <i>вторую</i> функцию, выбрав Функция 2 и нажав на джойстик. Передвигая джойстик вверх/вниз, выберите инструмент измерения для этой функции. 2 Укажите <i>идентификатор</i> этого инструмента измерения, выбрав Идентификатор и нажав на джойстик. Идентификатор инструмента измерения выбирается перемещением джойстика вверх/вниз. 3 Укажите <i>тип результата измерения</i> для этого инструмента, выбрав Тип и нажав на джойстик. Тип результата измерения выбирается перемещением джойстика вверх/вниз.
6	Нажмите кнопку  , чтобы подтвердить изменения и выйти из режима настройки.

17.4

Изменение параметров объекта**Общее**

Для выполнения особо точных измерений необходимо задать параметры объекта. Эти параметры задаются локально или глобально. Следующая процедура позволяет выполнять глобальное изменение параметров 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 обратной величиной к коэффициенту излучения. Коэффициент излучения характеризует ту часть излучения, которая исходит из самого объекта, а не отражается им.
- Параметр **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.
- Параметр **Относительная влажность** соответствует относительной влажности воздуха между камерой и исследуемым объектом.
- Параметр **Температура внешней оптической системы** 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 теряет смысл.
- **Пропускание внешней оптической системы** - коэффициент оптического пропускания любых защитных окон и т.д., помещенных между камерой и наблюдаемым объектом.

Примечание: При использовании в печах и других высокотемпературных применениях установите на камеру теплозащиту. Необходимо также задать для камеры правильное значение коэффициента пропускания внешней оптической системы теплозащиты. Значение коэффициента пропускания внешней оптической системы отмечено на внутренней стороне теплозащиты. Введите значение коэффициента в диалоговое окно Параметры объекта во вкладке **Редактирование**.

При снятии теплозащиты необходимо сбросить значение коэффициента пропускания внешней оптической системы на 1.0.

Рекомендуемые значения

Если точные значения параметров неизвестны, рекомендуется использовать следующие значения:

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

Температура воздуха	+20°C
---------------------	-------

Процедура

Для глобального изменения значений параметров объекта необходимо выполнить следующие действия:

1	Поверните колесико выбора режима:  или  .
2	Нажмите на кнопку  для отображения меню.
3	Перемещая джойстик влево/вправо, откройте вкладку Редактирование .
4	Выберите Параметры объекта , перемещая джойстик вверх/вниз.
5	Нажмите на джойстик, чтобы открыть диалоговое окно.
6	Выберите параметр, который собираетесь изменить, перемещая джойстик вверх/вниз, затем нажмите на джойстик.
7	Измените значение, перемещая джойстик вверх/вниз, затем нажмите на джойстик.
8	Нажмите кнопку  , чтобы подтвердить изменения и выйти из режима настройки.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Из перечисленных выше семи параметров *коэффициент излучения* и *видимая отраженная температура* являются наиболее важными и должны быть установлены с максимальной точностью.
- Чтобы изменить параметры объекта *локально*, сначала выберите измерительный инструмент на панели инструментов, затем выберите **Использовать локальные параметры**. Для изменения локальных параметров выберите **Редактировать локальные параметры** и редактируйте их таким же образом, как глобальные параметры объекта.

Смежные темы


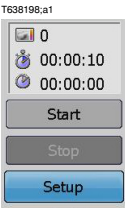


- Подробную информацию о параметрах и процедуре задания коэффициента излучения и видимой отраженной температуры см. в разделе 29 – Техника термодинамических измерений на стр. 151.

Общее

Можно настроить камеру на периодическое сохранение изображений.

Процедура

Для периодического сохранения изображений:

1	<p>Поверните колесико выбора режима: . Откроется такое диалоговое окно:</p> 
2	<p>Выберите Настройка, перемещая джойстик вверх/вниз. Откроется такое диалоговое окно:</p> 
3	<p>Нажмите на джойстик.</p>
4	<p>Используйте джойстик для настройки следующих параметров:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Временной период, с которым камера будет сохранять изображения. 2 Условие прекращения (таймер, счетчик, вручную) 3 Таймер или счетчик, если вы выбрали один из них в шаге 2 выше.
5	<p>Нажмите кнопку .</p>
6	<p>Выберите Пуск, перемещая джойстик вверх/вниз.</p>
7	<p>Чтобы начать периодическое сохранение изображений, нажмите на джойстик.</p>

Общее

Можно записывать инфракрасные или видимые видеоклипы (*.mp4), а также файлы радиометрических последовательностей видео. В таком режиме камеру можно рассматривать как обычную цифровую видеокамеру. Видеоклипы можно редактировать и воспроизводить в FLIR VideoReport.










Видеоклипы в формате *.seq также можно обрабатывать и редактировать в FLIR Reporter.

ПРИМЕЧАНИЕ

Возможность записи файлов *.seq используется только для FLIR GF309.

Процедура

Выполните следующие действия:

1	Поверните колесико выбора режима таким образом: 
2	Нажмите кнопку  . Начнется запись. Таймер в верхнем правом углу экрана показывает время, затраченное на запись.
3	Чтобы остановить запись, нажмите кнопку  . Откроется диалоговое окно предварительного просмотра.
4	<p>Теперь вы можете выполнить одно или несколько из следующих действий перед сохранением видеоклипа.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Выберите , чтобы добавить цифровую фотографию к видеоклипу. ■ Выберите , чтобы воспроизвести видеоклип. ■ Выберите , чтобы остановить воспроизведение видеоклипа. Нажатие этой кнопки также сбросит счетчик воспроизведения на начало видеоклипа. ■ Выберите , чтобы поставить на паузу/возобновить воспроизведение видеоклипа. ■ Выберите , чтобы удалить видеоклип. ■ Выберите , чтобы сохранить видеоклип.

Общее

Вы можете изменять различные настройки камеры:

- Региональные настройки, такие как язык, дата, время и т.д.
- Настройки камеры, такие как цвет цифровой камеры, яркость дисплея и т.д.
- Такие настройки, как конфигурируемые пользователем кнопки, информация о наложении изображений, размер текста и т.д.
- Информация о камере, такая как серийный номер, номер компонента, занятая и свободная память и т.д. Этот раздел предназначен только для представления информации, внесение изменений невозможно.

Процедура

Изменение настроек выполняется следующим образом.

1	Поверните колесико выбора режима таким образом:  .
2	Перемещая джойстик влево/вправо, откройте нужную вам вкладку.
3	Перемещая джойстик вверх/вниз, выберите нужный вам пункт меню.
4	Нажмите на джойстик. Подсветится настройка (или отобразится подменю, в зависимости от ситуации).
5	Перемещайте джойстик вверх/вниз, чтобы изменить настройку.
6	Нажмите на джойстик для подтверждения выбора.
7	(Чтобы закрыть подменю, нажмите кнопку  .

21

Чистка камеры

21.1

Корпус камеры, кабели и другие принадлежности

Чистящие жидкости

Рекомендуется использовать одну из следующих жидкостей:

- Теплая вода
 - Слабый раствор моющего 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.

21.2 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:

1	Намочите вату чистящей жидкостью.
2	Выжмите вату для удаления излишка жидкости.
3	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.

21.3 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:

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

Техническое обслуживание охладителя

Общее

Для микроохладителя камеры гарантируется исправная работа без технического обслуживания в течение нескольких тысяч часов. В охладителе содержится гелий под высоким давлением.

После нескольких тысяч часов работы понижается давление газа и требуется техобслуживание охладителя для восстановления нормальной производительности. Кроме того, в охладителе имеются микроподшипники, износ которых приводит к более громкому звуку во время работы.

За какими признаками следить

Микроохладитель камеры FLIR Systems снабжен регулятором скорости со схемой обратной связи, которая контролирует скорость вращения двигателя, чтобы обеспечить требуемую температуру приемника.

Обычно охладитель работает на максимальной скорости в течение 5–7 минут, затем скорость уменьшается до уровня 40% от максимального значения. При уменьшении давления газа продолжительность работы на максимальной скорости увеличивается, так как это требуется для достижения рабочей температуры.

Если время охлаждения превышает десять минут, необходимо планировать техническое обслуживание охладителя в ближайшем будущем.

В противном случае давление гелия будет продолжать уменьшаться, и наступит момент, когда двигатель будет не в состоянии обеспечивать и поддерживать рабочую температуру приемника. В этом случае камеру необходимо вернуть в отдел обслуживания покупателей компании FLIR Systems для технического обслуживания.

23 Технические данные

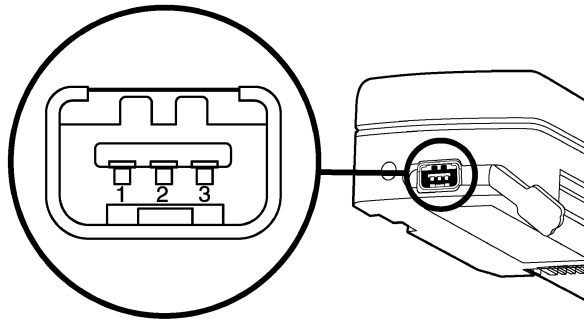
Технические данные приведены в таблицах в документации для пользователей на CD-ROM, поставляемой вместе с камерой.

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

23.1 *Дополнительные данные*

Конфигурация
выводов разъема
питания

10730903.a2



Вывод	Название сигнала
1	+12 В
2	GND
3	GND

Поле зрения &
расстояние,
объектив 6°

Примечание: В зависимости от условий вашего лицензионного соглашения и способа экспорта объективы могут быть постоянно зафиксированы на камере при поставке клиентам за пределы США. Сменные объективы попадают под юрисдикцию министерства иностранных дел США.

T638174.a1

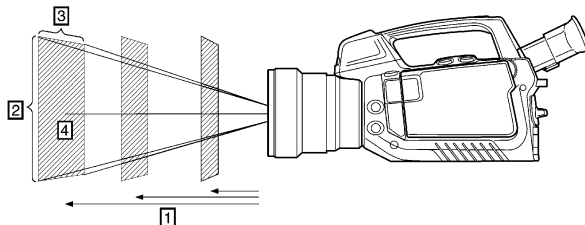


Рисунок 23.1 Соотношение между полем зрения и расстоянием. 1: Расстояние до объекта; 2: VFOV = поле зрения в по вертикали; 3: HFOV = поле зрения по горизонтали; 4: IFOV = мгновенное поле зрения (размер одного детектирующего элемента).

В таблице указаны значения поля зрения при определенных расстояниях до объекта для 6-мм объектива. D = расстояние до объекта.

T638162,a1

Focal length: 91.58 mm									
Resolution: 320 x 240 pixels									
Field of view in degrees: 6.00									
D --->	0.50	1.00	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	m
HFOV	0.05	0.10	0.21	0.52	1.05	2.62	5.24	10.48	m
VFOV	0.04	0.08	0.16	0.39	0.79	1.97	3.93	7.86	m
IFOV	0.16	0.33	0.66	1.64	3.28	8.19	16.38	32.76	mm
D --->	1.64	3.28	6.56	16.39	32.79	81.97	163.93	327.87	ft.
HFOV	0.17	0.34	0.69	1.72	3.44	8.59	17.18	34.37	ft.
VFOV	0.13	0.26	0.52	1.29	2.58	6.44	12.89	25.78	ft.
IFOV	0.01	0.01	0.03	0.06	0.13	0.32	0.64	1.29	in.

Поле зрения & расстояние, объектив 14.5°

Примечание: 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.

T638167,a1

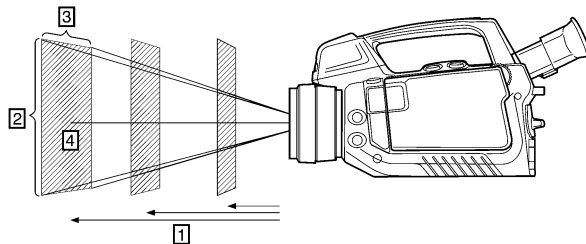


Рисунок 23.2 Соотношение между полем зрения и расстоянием. 1: Расстояние до объекта; 2: VFOV = поле зрения в по вертикали; 3: HFOV = поле зрения по горизонтали; 4: IFOV = мгновенное поле зрения (размер одного детектирующего элемента).

В таблице указаны значения поля зрения при определенных расстояниях до объекта для объектива 14,5°. D = расстояние до объекта.

T638161.a1

Focal length: 37.73 mm									
Resolution: 320 x 240 pixels									
Field of view in degrees: 14.5									
D --->	0.50	1.00	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	m
HFOV	0.13	0.25	0.51	1.27	2.54	6.36	12.72	25.44	m
VFOV	0.10	0.19	0.38	0.95	1.91	4.77	9.54	19.08	m
IFOV	0.40	0.80	1.59	3.98	7.95	19.88	39.76	79.51	mm
D --->	1.64	3.28	6.56	16.39	32.79	81.97	163.93	327.87	ft.
HFOV	0.42	0.83	1.67	4.17	8.34	20.86	41.71	83.42	ft.
VFOV	0.31	0.63	1.25	3.13	6.26	15.64	31.28	62.57	ft.
IFOV	0.02	0.03	0.06	0.16	0.31	0.78	1.57	3.13	in.

Поле зрения & расстояние, объектив 24°

Примечание: 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.

T638167.a1

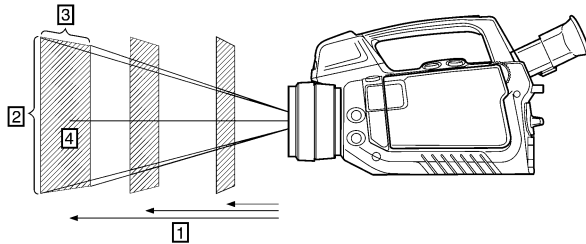


Рисунок 23.3 Соотношение между полем зрения и расстоянием. 1: Расстояние до объекта; 2: VFOV = поле зрения в по вертикали; 3: HFOV = поле зрения по горизонтали; 4: IFOV = мгновенное поле зрения (размер одного детектирующего элемента).

В таблице указаны значения поля зрения при определенных расстояниях до объекта для объектива 24°. D = расстояние до объекта.

T638163.a1

Focal length: 22.58 mm									
Resolution: 320 x 240 pixels									
Field of view in degrees: 24.0									
D --->	0.50	1.00	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	m
HFOV	0.21	0.43	0.85	2.13	4.25	10.63	21.26	42.52	m
VFOV	0.16	0.32	0.64	1.59	3.19	7.97	15.94	31.89	m
IFOV	0.66	1.33	2.66	6.64	13.29	33.22	66.43	132.86	mm
D --->	1.64	3.28	6.56	16.39	32.79	81.97	163.93	327.87	ft.
HFOV	0.70	1.39	2.79	6.97	13.94	34.85	69.70	139.40	ft.
VFOV	0.52	1.05	2.09	5.23	10.45	26.14	52.27	104.55	ft.
IFOV	0.03	0.05	0.10	0.26	0.52	1.31	2.62	5.23	in.

24

Масштабные чертежи

24.1

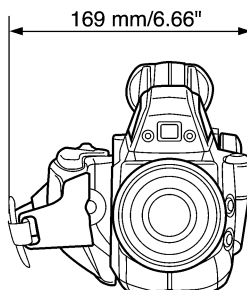
Камера

24.1.1

Размеры камеры, вид спереди, без объектива

Рисунок

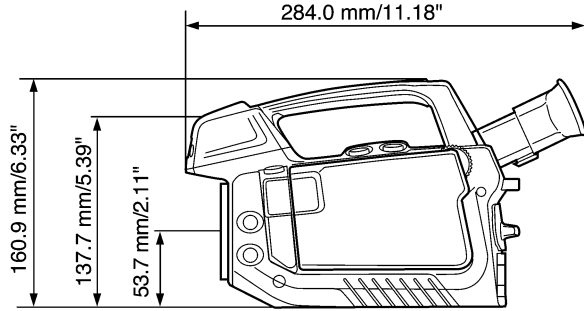
T638089.a1



24.1.2 Размеры камеры, вид сбоку, без объектива

Рисунок

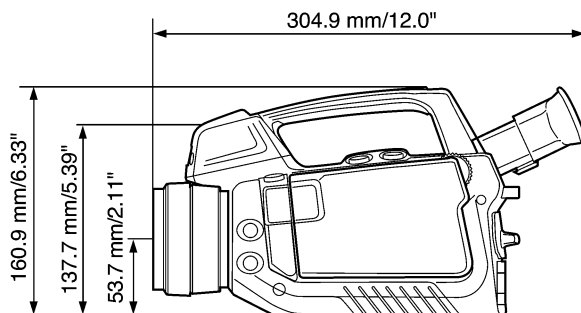
T638096.a1



24.1.3 Размеры камеры, вид сбоку, с объективом 14,5°

Рисунок

T638097.a1

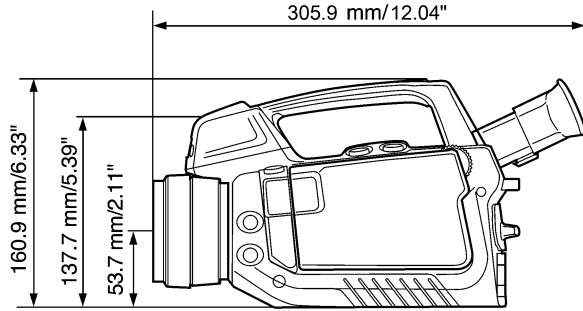


24.1.4

Размеры камеры, вид сбоку, с объективом 24°

Рисунок

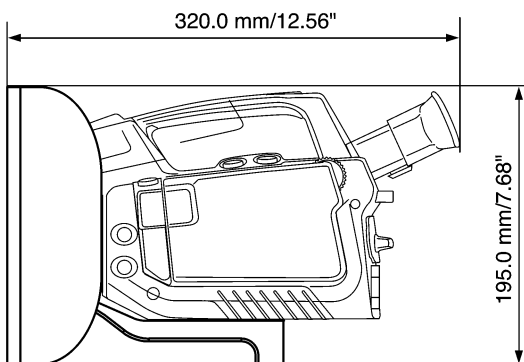
T638122.a1



24.1.5 Размеры камеры, вид сбоку, с теплозащитой и объективом 14,5°/24° (относится только к FLIR GF309)

Рисунок

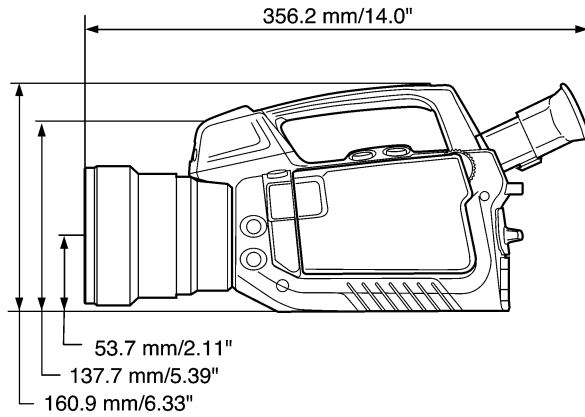
T638070.a1



24.1.6 Размеры камеры, вид сбоку, с объективом 6°

Рисунок

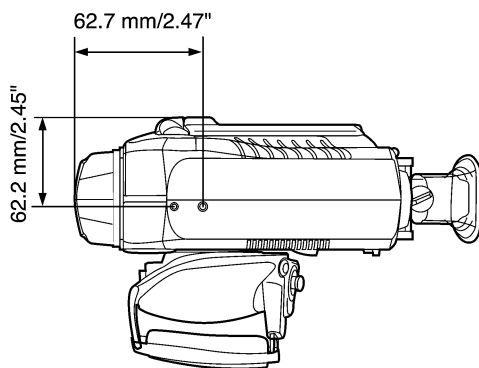
Т638098.а1



24.1.7 Размеры камеры, расположение штативного гнезда, без объектива

Рисунок

T638099,a1



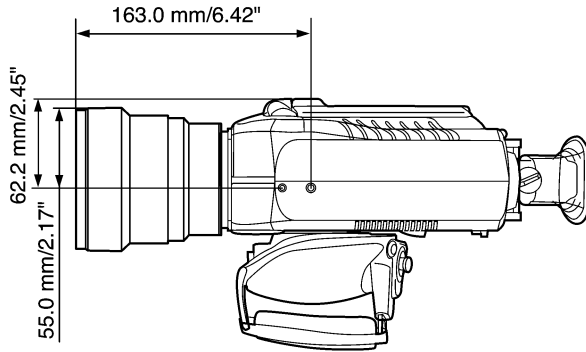
ПРИМЕЧАНИЕ

Размер резьбы штативного гнезда - 1/4"-20.

24.1.8 Размеры камеры, расположение штативного гнезда, с объективом 6°

Рисунок

Т638101;а1

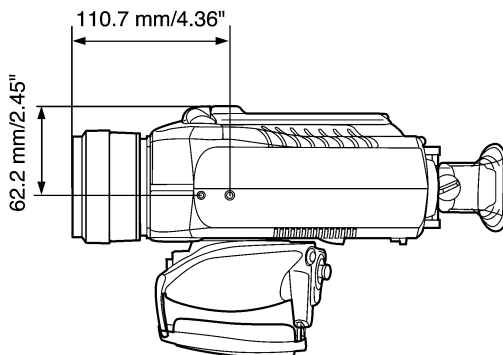


ПРИМЕЧАНИЕРазмер резьбы штативного гнезда - 1/4"-20.

24.1.9 Размеры камеры, расположение штативного гнезда, с объективом 14,5°

Рисунок

T638100,a1



ПРИМЕЧАНИЕ

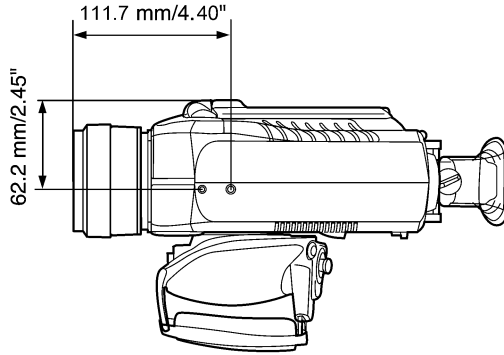
Размер резьбы штативного гнезда - 1/4"-20.

24.1.10

Размеры камеры, расположение штативного гнезда, с объективом 24°

Рисунок

T638121,a1



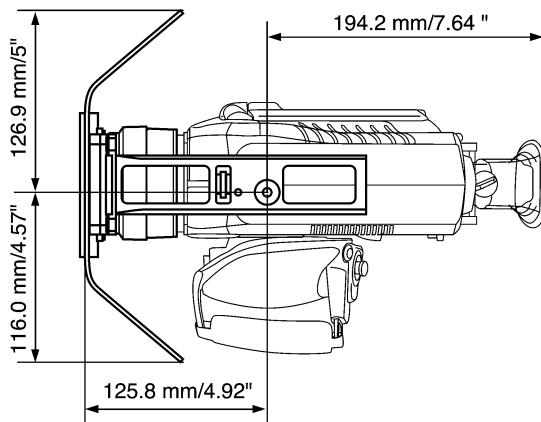
ПРИМЕЧАНИЕ

Размер резьбы штативного гнезда - 1/4"-20.

24.1.11 Размеры камеры, расположение штативного гнезда, с теплозащитой и объективом 14,5°/24° (относится только к FLIR GF309)

Рисунок

T638071:a1



24.2

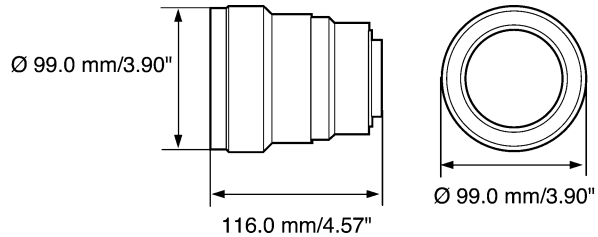
Линзы

24.2.1

объектив 6°

Рисунок

T638123.a1



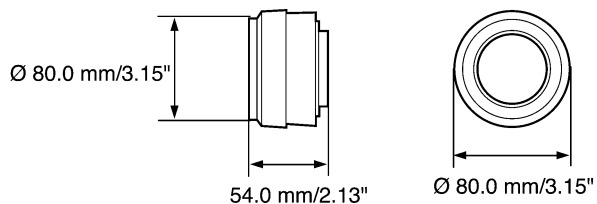
ПРИМЕЧАНИЕ

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.

24.2.2 объектив 14,5°

Рисунок

T638124.a1



ПРИМЕЧАНИЕ

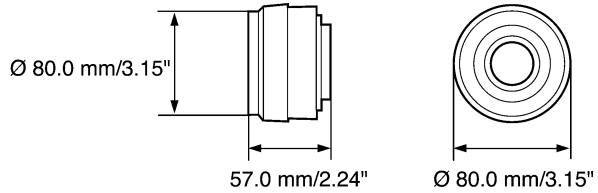
В зависимости от условий вашего лицензионного соглашения и способа экспорта объективы могут быть постоянно зафиксированы на камерах при поставке клиентам за пределы США. Сменные объективы попадают под юрисдикцию министерства иностранных дел США.

24.2.3

объектив 24°

Рисунок

T638125.a1



ПРИМЕЧАНИЕ

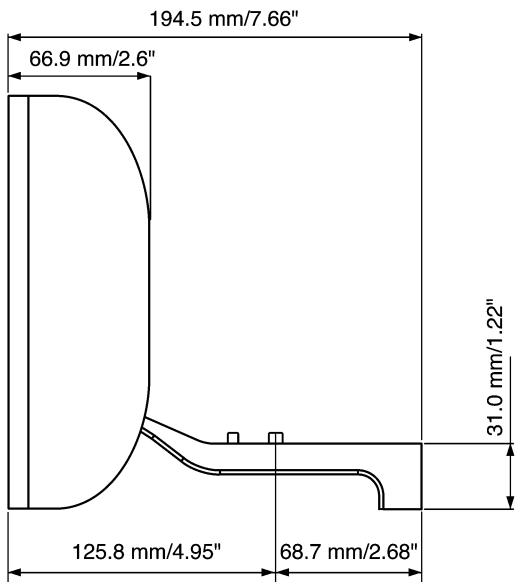
В зависимости от условий вашего лицензионного соглашения и способа экспорта объективы могут быть постоянно зафиксированы на камерах при поставке клиентам за пределы США. Сменные объективы попадают под юрисдикцию министерства иностранных дел США.

24.3 Теплозащита (относится только к FLIR GF309)

24.3.1 Вид сбоку (относится только к FLIR GF309)

Рисунок

T638067.a1

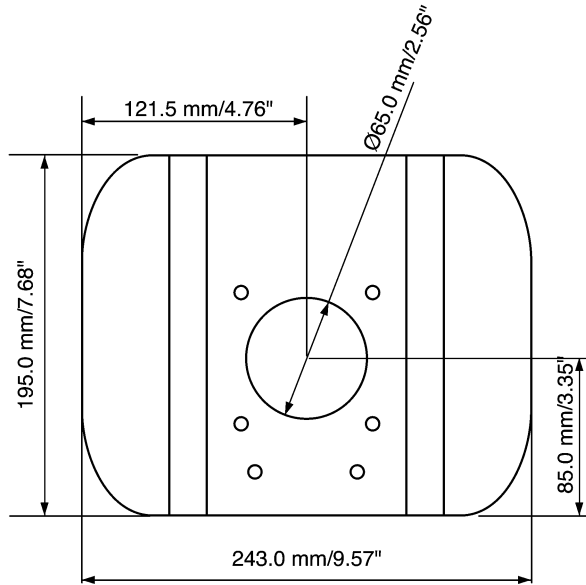


24.3.2

Вид спереди (относится только к FLIR GF309)

Рисунок

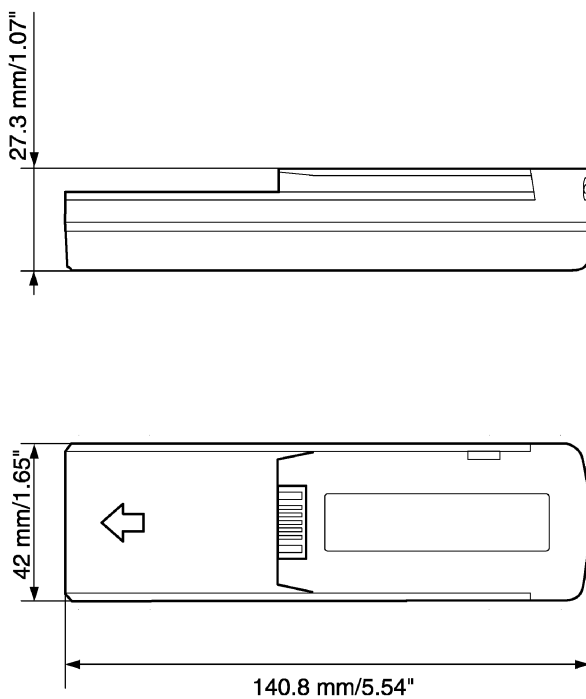
T638068.a1



24.4 Аккумулятор камеры

Рисунок

10731703.a2



ПРИМЕЧАНИЕ

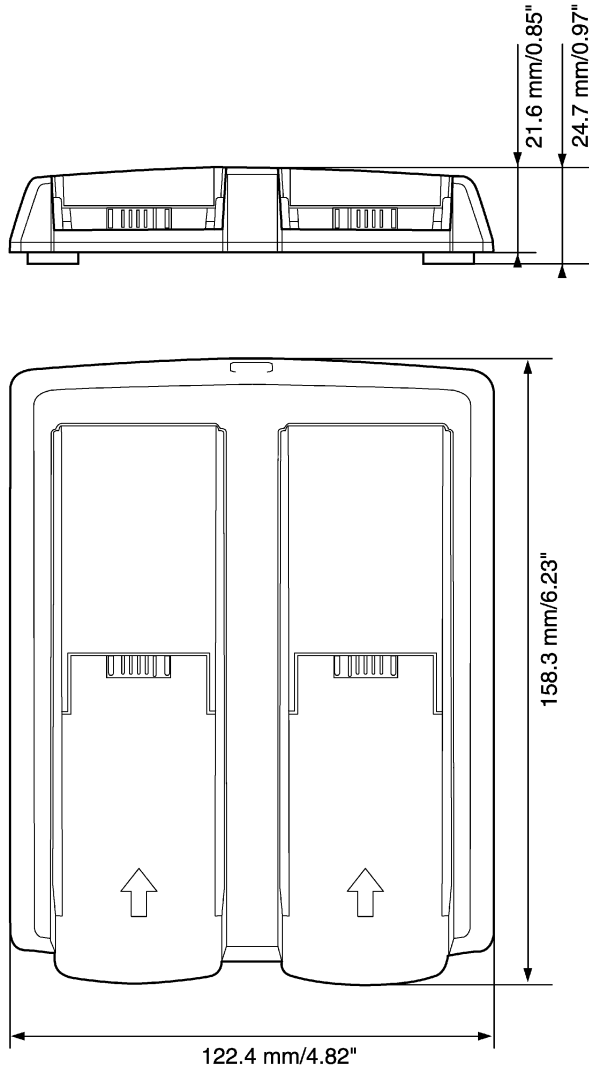
Перед установкой аккумулятора в камеру удалите с него следы воды и влаги с помощью чистой, сухой ткани.

24.5 Автономное зарядное устройство для аккумулятора камеры

24.5.1 Автономное зарядное устройство, без аккумулятора

Рисунок

10731803.a1



ПРИМЕЧАНИЕ

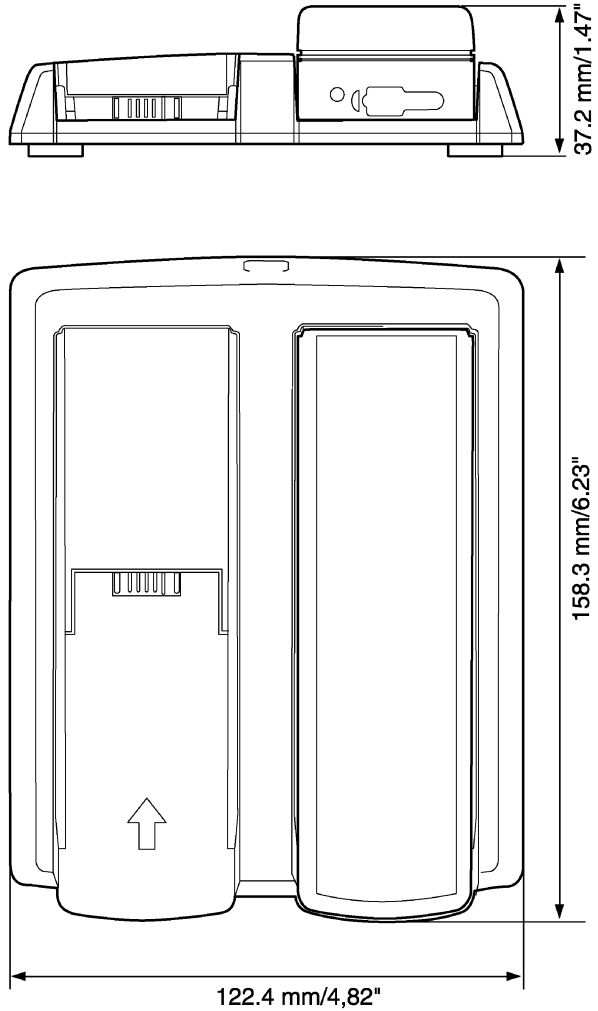
Перед установкой аккумулятора в камеру удалите с него следы воды и влаги с помощью чистой, сухой ткани.

24.5.2

Автономное зарядное устройство, с аккумулятором

Рисунок

10731903.a2



ПРИМЕЧАНИЕ

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





Газы которые можно обнаружить




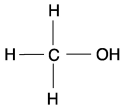


Общее







Камера FLIR GF3xx series разработана и изготовлена для обнаружения различных газов, таких как углеводороды, элегаз (шестифтористая сера) и углекислый газ. В пределах лаборатории система FLIR Systems была проверена на обнаружение газов при различных концентрациях.

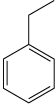

FLIR GF320

Рисунок 25.1 Перечень газов, которые можно обнаружить с помощью FLIR GF320

Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
1-Пентен	C_5H_{10}	
Бензол	C_6H_6	
Бутан	C_4H_{10}	
Гексан	C_6H_{14}	






Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
Гептан	C_7H_{16}	
Изопрен	C_5H_8	
Метан	CH_4	
Метанол	CH_4O	
Метилизобутилкетон	$C_6H_{10}O$	
Метилэтилкетон	C_4H_8O	



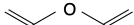

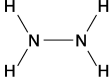

Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
м-ксилол	C_8H_{10}	
Октан	C_8H_{18}	
Пентан	C_5H_{12}	
Пропан	C_3H_8	
Пропилен	C_3H_6	
Толуол	C_7H_8	


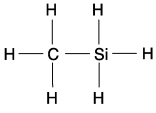



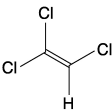
Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
Этан	C_2H_6	—
Этилбензол	C_8H_{10}	
Этилен	C_2H_4	


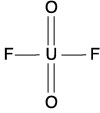


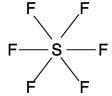

FLIR GF306

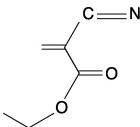
Рисунок 25.2 Перечень газов, которые можно обнаружить с помощью FLIR GF306

Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
Акролеин	C_3H_4O	
Аллилбромид	C_3H_5Br	
Аллилфлюорид	C_3H_5F	
Аллилхлорид	C_3H_5Cl	
Аммиак	H_3N	

Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
Ацетилхлорид	C_2H_3ClO	
Бромистый метил	CH_3Br	
Виниловый эфир	C_4H_6O	
Винилцианид	C_3H_3N	
Гидразин	H_4N_2	
Диоксид хлора	ClO_2	

Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
Метилвинилкетон	C_4H_6O	
Метилсилан	CH_6Si	
Метилэтилкетон	C_4H_8O	
Пропилен	C_3H_6	
Тetraгидрофуран	C_4H_8O	
Трихлорэтилен	C_2HCl_3	

Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
Уксусная кислота	$C_2H_4O_2$	
Флюоридуранил	F_2O_2U	
Фуран	C_4H_4O	
Хлорид винила	C_2H_3Cl	
Элегаз (шестифтористая сера)	SF_6	
Этилен	C_2H_4	

Общепринятое название	Молекулярная формула	Структурная формула
Этилцианоакрилат	$C_6H_7NO_2$	 <p>The structural formula shows an ethyl group (represented by a zigzag line) attached to an oxygen atom. This oxygen atom is part of an ester group, which is bonded to a carbon atom. This carbon atom is also part of a vinyl group (C=C) and is double-bonded to a carbonyl group (C=O). The carbonyl carbon is further bonded to a cyano group (C≡N).</p>

26 Почему некоторые стекла поглощают энергию ИК-излучения?

С точки зрения механики молекулы в газе можно представить как массы (шары на рисунках, приведенных ниже), соединенные между собой пружинами. В зависимости от количества атомов, их размера и массы, от коэффициентов упругости связей, молекулы могут двигаться только в заданном направлении, колебаться вдоль заданных осей, вращаться и т. д.

Самые простые молекулы газа - одноатомные, такие как гелий, неон, криптон. Такие молекулы не имеют возможности колебаться и вращаться, то есть они могут двигаться только вдоль трансляции в одном направлении.

10766903.a1



Рисунок 26.1 Одноатомные молекулы

Следующая группа молекул - гомоядерные, состоящие из двух атомов, такие как водород (H_2), азот (N_2), кислород (O_2). У таких молекул кроме движения вдоль трансляции появляется возможность вращаться вокруг своей оси.

10767003.a1

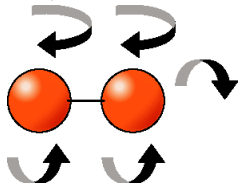


Рисунок 26.2 Два атома

Еще одна группа - сложные двухатомные молекулы, такие как двуокись углерода (CO_2), метан (CH_4), элегаз (шестифтористая сера) (SF_6), стирол (этилен-бензол) ($C_6H_5CH=CH_2$) (это только некоторые примеры).

10767103.a1



Рисунок 26.3 Двуокись углерода (CO_2), молекула состоит из трех атомов

Данное предположение справедливо для многоатомных молекул.

10767203.a1

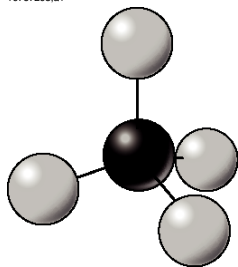


Рисунок 26.4 Метан (CH_4), молекула состоит из 5 атомов

10767303.a1

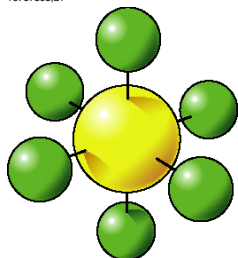


Рисунок 26.5 Элегаз (шестифтористая сера) (SF_6), молекула состоит из 7 атомов

10767403.a1

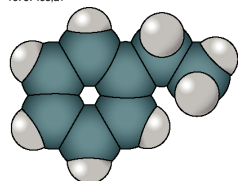


Рисунок 26.6 Стирол (этилен-бензол) ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$), молекула состоит из 16 атомов

Увеличение числа степеней свободы вызывает появление различных вращательных и колебательных переходов. Так как молекулы состоят из многих атомов, они более эффективно, чем простые молекулы, поглощают и излучают тепло. В зависимости от частоты переходов, некоторые из них могут попадать в область поглощения энергии в ИК-диапазоне, к которому чувствительна инфракрасная камера.

Тип перехода	Частота	Спектральный диапазон
Вращение тяжелых молекул	10^9 – 10^{11} Гц	Диапазон сверхвысоких частот, длины волн выше 3 мм
Вращение легких молекул и колебание тяжелых молекул	10^{11} – 10^{13} Гц	Дальняя инфракрасная область, длины волн от 30 мкм до 3 мм

Тип перехода	Частота	Спектральный диапазон
Колебания легких молекул. Вращение и колебание структуры	10^{13} – 10^{14} Гц	Инфракрасная область, длины волн от 3 мкм до 30 мкм
Электронные переходы	10^{14} – 10^{16} Гц	Видимая часть ультрафиолетового спектра

Для того чтобы молекула могла поглотить фотон и перейти из одного состояния в другое, она должна обладать дипольным моментом, который может колебаться на частоте поглощаемого фотона. Такое квантово-механическое взаимодействие позволяет молекуле “передать” или поглотить электромагнитную энергию фотона.

Камеры FLIR GF3xx series имеют преимущество при поглощении колебаний определенных молекул.

В камере FLIR GF3xx series матрица фокальной плоскости и оптические системы обычно настроены на очень узкую спектральную область, порядка сотен нанометров, вследствие чего обладают высокой избирательностью. Только те газы, которые имеют область поглощения в ИК-диапазоне, могут быть обнаружены с помощью камеры.

Все компоненты камеры настроены так, чтобы излучать как можно меньше энергии, так как энергия, излучаемая газами, очень незначительна. Данное решение обеспечивает достаточный уровень сигнал/шум. Поэтому фильтр устанавливается при криогенных температурах порядка 60 К в корпусе FLIR GF3xx series LW камеры, выпущенной в начале 2008 года.

Ниже приведены спектры излучения двух газов.

- Бензол (C_6H_6)—область поглощения - середина диапазона
- Элегаз (шестифтористая сера) (SF_6)—область поглощения - длинноволновая часть диапазона.

10766803.a1

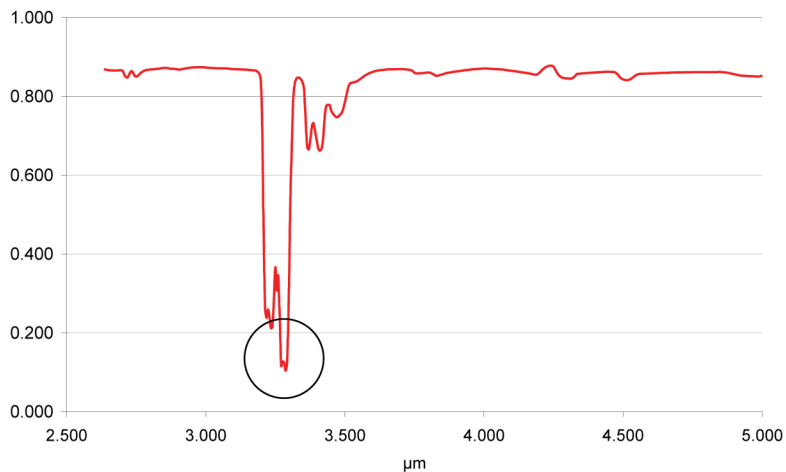


Рисунок 26.7 Стирол (этилен-бензол) (C_6H_6). Сильное поглощение в диапазоне 3,2 - 3,3 мкм

10766703.a1

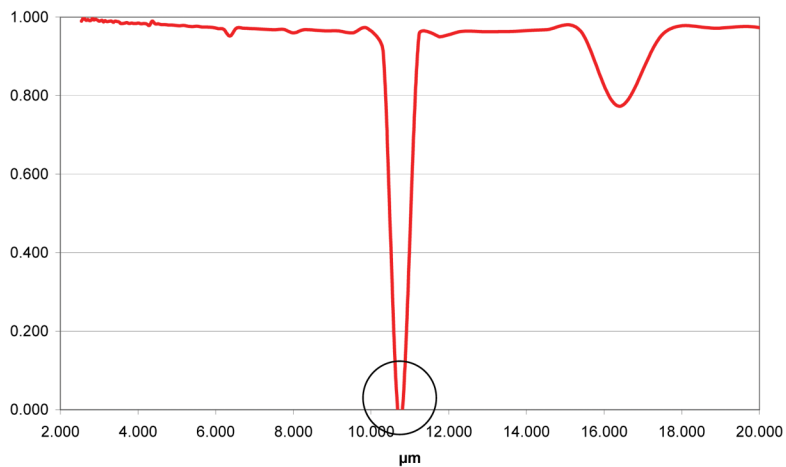


Рисунок 26.8 Элегаз (шестифтористая сера) (SF_6). Сильное поглощение около 10,6 мкм

27 O 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 фирма 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.

T639806:a1

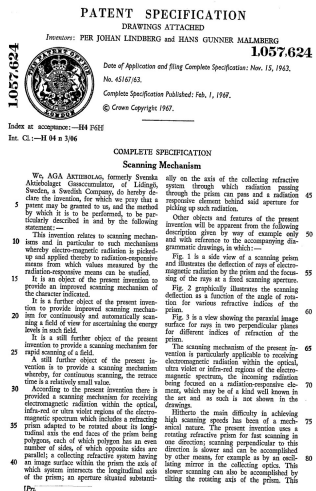


Рисунок 27.1 Патентные документы начала 1960-х годов

За этот период компания осуществила поставки более 100 000 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.

United States Patent Office

Patented May 31, 1966

2,525,488
SCANNING MECHANISM FOR ELECTRO-MAGNETIC RADIATION
 PIR JOHAN LINDBERG, Stockholm, and HANS GUNNER MALMBERG, Solna, Sweden, inventors; by AGA AB, Stockholm, Sweden, assignee.
 Filed May 24, 1961, Ser. No. 164,621
 Claims priority, application Sweden, May 15, 1961, 259 012
2 Claims. (Cl. 35—1)

This invention relates to an improved optical-scanning mechanism for measuring electromagnetic radiation and for measuring movement utilizing said optical scanning.

It is an object of the invention to provide improved optical-scanning means of the character indicated.

It is another object of the invention to provide improved means for continuously and automatically scanning a field of view for successive energy levels in the field.

It is a further object of the invention to provide means for optical-scanning of said field of view many times per second.

As a further specific object it is to provide means for more accurate and efficient scanning of a field of view, the short or unscanned scanning time being reduced to a small value.

Other objects and various further features of novelty and invention will be pointed out or will appear in the description in the art from a reading of the following specification, in connection with the accompanying drawings. Said drawings show the principle of the invention.

FIG. 1 is a side view of a scanning system showing the detailed parts of said system and the necessary linear arrangement of the parts.

FIG. 2 is a perspective view of the scanning mechanism in a position of the rotating angle of the prism for various indices of refraction of said prism.

FIG. 3 is a side view showing the essential components of a scanning mechanism.

FIG. 4 is a perspective view of a particular form of a scanning mechanism.

Briefly stated, our invention is in the following specifically characterized as an arrangement for scanning a field of view, where the scanning radiation is focused on a reflecting surface.

The main difficulty of scanning a field of view in a short time is of mechanical nature. Our invention uses a rotating reflective prism for scanning in this direction. Scanning in a direction essentially perpendicular to said direction is slower than in the first mentioned direction and is accomplished by other means, as by a rotating mirror.

The scanning scanning system in this the nature of common systems.

Said prism can be rotated very rapidly according to our invention in a direction of view many times per second according to the frame frequency of ordinary motion pictures.

Referring to the drawings the arrangement according to our invention is characterized by an image surface arranged inside the circumferential circle of said prism by a collecting optic in its focal length. Said prism is in one instance of the form of a plane parallel refractive prism, which in one case is shown in FIG. 1. Said prism has in one instance an even number of sides and is rotated about an axis x as indicated by the arrow in FIG. 4, and is perpendicular to the plane of FIG. 1. The said collecting optic has an optical axis z , said optical axis being parallel to the x axis in the plane of FIG. 1. The image surface 2 is provided by a collecting optical system in situ inside said prism. Just outside the circle 3 generated by said rotating prism 1 and in the optical axis 4 a scanning surface 6 is located, through which a radiation passes to the radiative energy responsive element 12 such as a photo-diode or the like, depending upon the energy spectrum of interest, of said prism.

When said prism 1 is rotated about axis 4 said prism scans the scanning surface 6 and it is substantially instantaneous return of the scan.

It is a further object of the invention to provide means for having a maximum deflection from the direction of the optical axis. In FIG. 1, α designates the angle of rotation of the prism, and α' , γ and δ are the angle of construction of the scanning surface 6 relative to the axis of rotation 4 . A point on the linear surface 6 is defined by these conditions, as indicated in the case of a prism 1 in FIG. 1, in the coordinates of which α , since it is in the x plane.

The deflection of rays is shown in FIG. 2, in the direction α' as a function of the turning angle α , and index of refraction of said prism.

The ray 10 in FIG. 2 refers to the same ray as in FIG. 1, and the ray 11 is the ray in the x plane.

2. FIG. 2 shows the necessary form of the image surface of said optical system in order that said field of view shall be scanned within arbitrary fixed values of refractive index of said prism. Referring to FIG. 3, there are for every rotating angle α one or more refractive index of said prism in the plane of FIG. 2.

The target of said field of view is a perpendicular to the linear surface 7 , that is generated by the ray in the plane of the image surface 6 , γ plane and turning angle α , with the axis 4 . The scalar value of α corresponds to the image surface 6 that is generated by the rays, which are parallel with the x axis plane and form small angles with the x axis.

It is apparent from FIG. 3 that the observation, which is made by the prism, can be restricted to a selected range of a small angle of range surface.

In this way it is possible according to our invention to achieve very high resolution in the optical scanning.

It is preferable if the refractive index of said prism has a value between 2 and 4 for the wave length used.

Said index of refraction having a value of about 4 is especially advantageous both for holding a linear scan and for allowing a scanning prism of small size.

As is pointed out in FIG. 2 and FIG. 3, as is also shown in FIG. 2, a large index of refraction of said prism provides a greater length of scan.

The amount of scan thus must not be invention be measured for reduction in the energy spectrum of interest, and it is preferable that the index of said prism are of common nature.

It is also possible to use said prism in order to reduce refraction of said prism.

The energy of the wave scanning surface 6 is scanned for varying turning angles, but does not exceed the maximum energy of the prism, and is therefore controlled. This improves both the resolution and the mechanical strength of the prism.

The scanning mechanism in this the nature of common systems is characterized by an image surface arranged inside the circumferential circle of said prism by a collecting optic in its focal length. Said prism is in one instance of the form of a plane parallel refractive prism, which in one case is shown in FIG. 1. Said

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

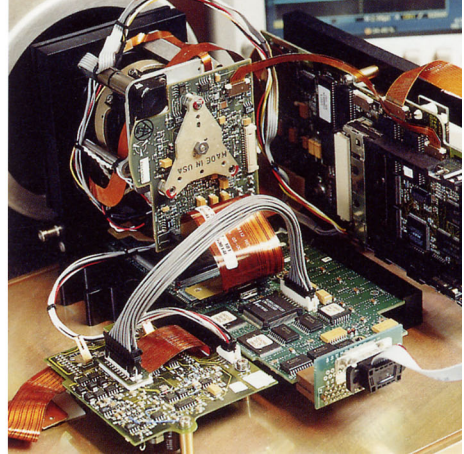
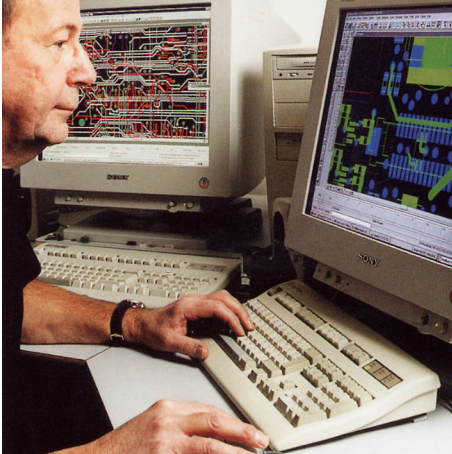


Рисунок 27.3 СЛЕВА: Разработка электроники системы; **СПРАВА:** Тестирование детектора МФП

10401403.a1

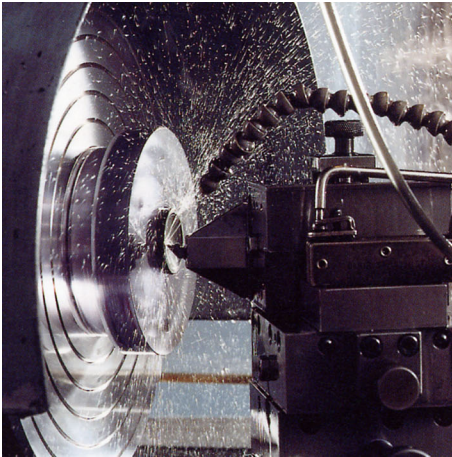


Рисунок 27.4 СЛЕВА: Алмазно-токарный механизм; **СПРАВА:** Полирование линз

10401503.a1

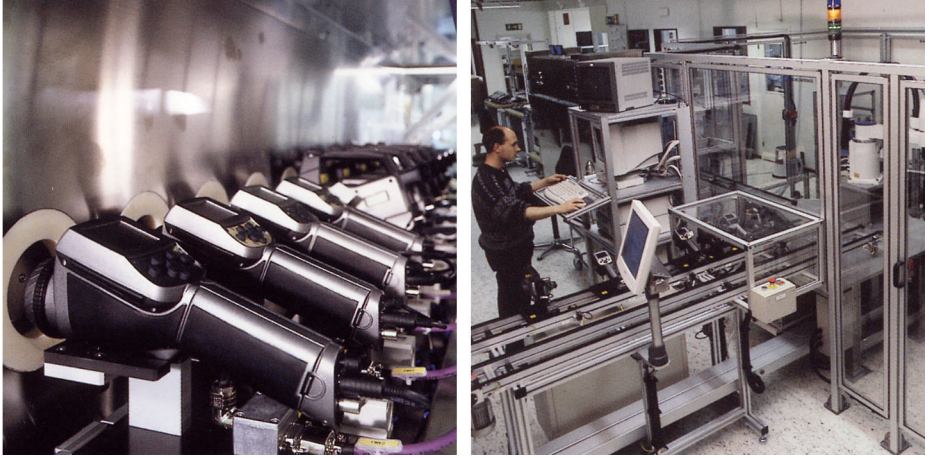


Рисунок 27.5 СЛЕВА: Тестирование инфракрасных камер в климатической камере; СПРАВА: Робот для тестирования и калибровки камеры

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 мкм.
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 ($\text{Вт/м}^2/\text{сфер.рад}$)
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 ($\text{Вт/м}^2/\text{м}$)
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.

Термин или выражение	Пояснение
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 Определите возможные источники отраженного излучения, учитывая, что угол падения = углу отражения ($a = b$).

10588903.a1

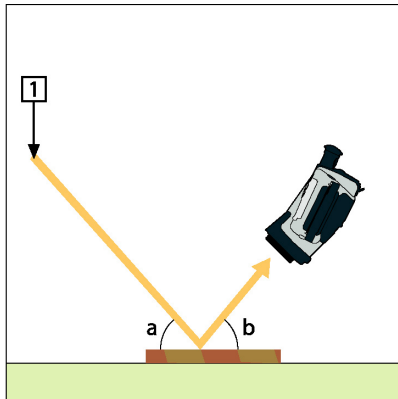


Рисунок 29.1 1 = источник отраженного излучения

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

10589103; a2

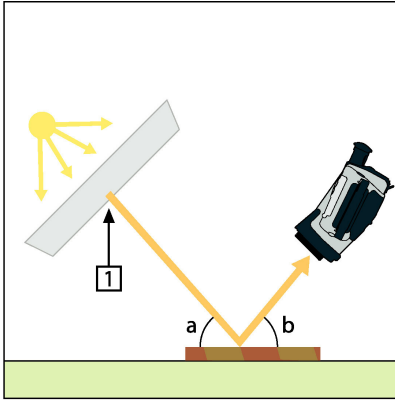


Рисунок 29.2 1 = источник отраженного излучения

- 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

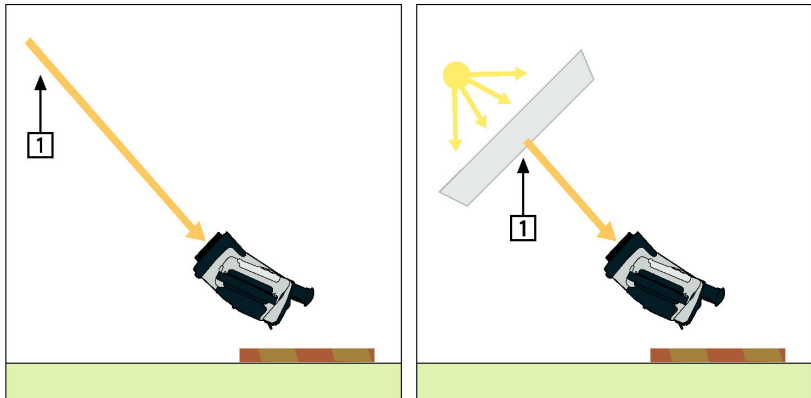


Рисунок 29.3 1 = источник отраженного излучения

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

- с помощью термомпары 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"> ■ «Изотерма» (позволяет определить как значение температуры, так и равномерность нагрева образца); ■ «Точка» (более простая процедура); ■ «Прямоугольник Сред.» (для поверхностей с непостоянным коэффициентом излучения).
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

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.

10398703.a1

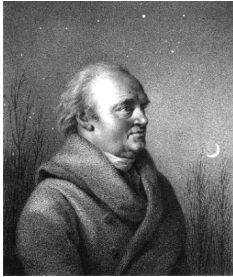


Рисунок 30.1 Сэр Уильям Гершель (1738 – 1822 гг.)

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.

10399103.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 $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а более поздние модели давали точность до $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$) 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 картинке, 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».

10399003.a2



Рисунок 30.4 Сэмюель 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

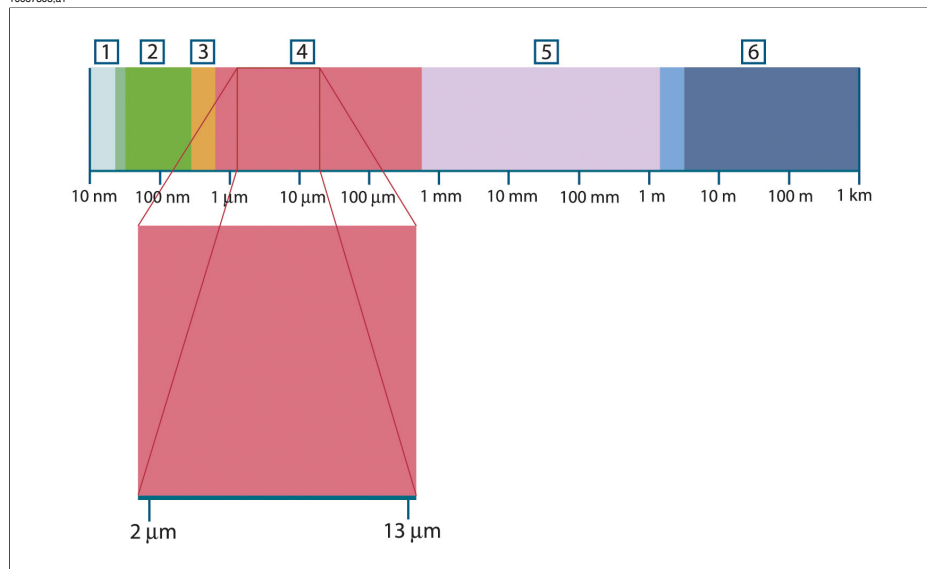


Рисунок 31.1 Спектр электромагнитного излучения 1: Рентген. лучи; 2: УФ; 3: Видимый; 4: ИК; 5: Микроволны; 6: Радиоволны

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:

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

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

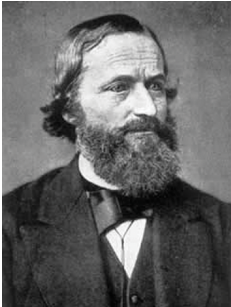


Рисунок 31.2 Густав Роберт Кирхгофф (1824–1887 гг.)

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:

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

где

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

c	скорость света = 3×10^8 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)
λ	длина волны (м).

☛ Используется множитель 10^{-6} , так как спектральная излучательная способность в кривых выражена в Вт/м², $\mu\text{м}$.

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 λ_{max} , после чего опять приближается к нулю для очень длинных волн. Чем выше температура, тем короче длина волны, при которой достигается максимум.

10327103.a4

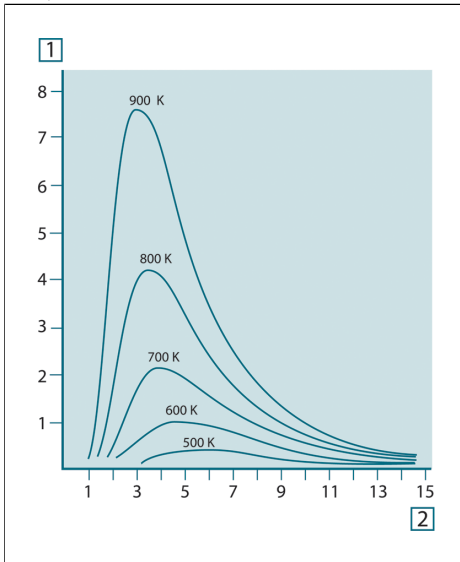


Рисунок 31.4 Кривые спектральной излучательной способности черного тела в соответствии с законом Планка, построенные для разных значений абсолютной температуры **1**: Спектральная излучательная способность (Вт/см² × 10³($\mu\text{м}$)); **2**: Длина волны ($\mu\text{м}$).

31.3.2 Закон смещения Вина

После дифференцирования формулы Планка по λ и нахождения максимума имеем:

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

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 λ_{\max} . Хорошее приближение значения λ_{\max} для данной температуры черного тела получается при применении приближенного правила 3000/T-мкм. Так, спектральная излучательная способность очень горячей звезды вроде Сириуса (11000K), излучающей бело-голубой свет, достигает пика в невидимом ультрафиолетовом спектре на длине волны 0,27 мкм.

10399403.a1

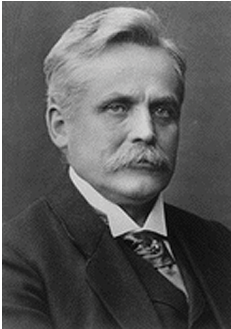


Рисунок 31.5 Вильгельм Вин (1864–1928 гг.)

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

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

10327203,а4

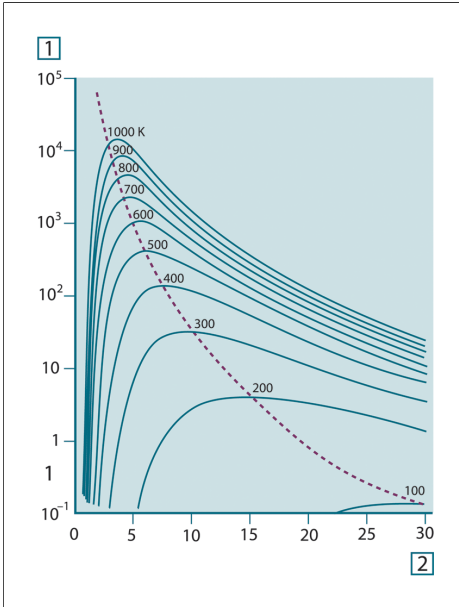


Рисунок 31.6 Кривые Планка, построенные в полулогарифмическом масштабе от 100 К до 1000 К. Пунктирная линия представляет геометрическое место точек максимума излучательной способности при каждой температуре согласно закону смещения Вина 1: Спектральная излучательная способность ($\text{Вт/см}^2 (\text{мкм})$);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

31.3.3 Закон Стефана-Больцмана

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

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

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 λ_{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 м² 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 α падающего излучения может быть поглощена, часть ρ может быть отражена, а часть τ может пройти через объект. Поскольку все эти процессы в той или иной степени зависят от длины волны, символ λ применяется для обозначения спектральной зависимости для их определения следующим образом.

- Коэффициент спектрального поглощения α_λ равен отношению мощности излучения, поглощенной объектом на определенной длине волны, ко всей входной мощности.
- Коэффициент спектрального отражения ρ_λ равен отношению мощности излучения, отраженной объектом на определенной длине волны, ко всей входной мощности.
- Коэффициент спектрального пропускания τ_λ 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 ε излучения черного тела, создаваемого объектом при определенной температуре. Таким образом, получаем следующее определение:

Спектральный коэффициент излучения ε_λ 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 ε 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 ε_λ 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 ε для серого тела.

10401203.a2

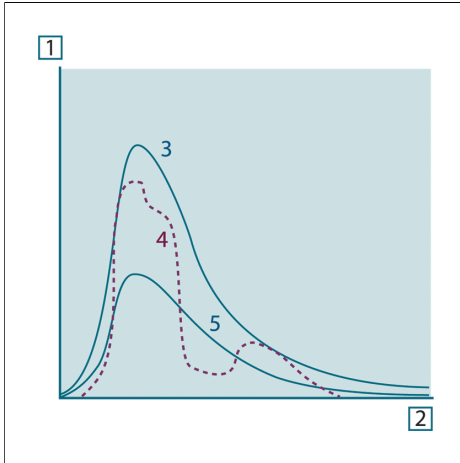


Рисунок 31.8 Спектральная излучательная способность трех типов излучателей 1: Спектральная излучательная способность; 2: Длина волны; 3: Черное тело; 4: Избирательный излучатель; 5: Серое тело.

10327303.a4

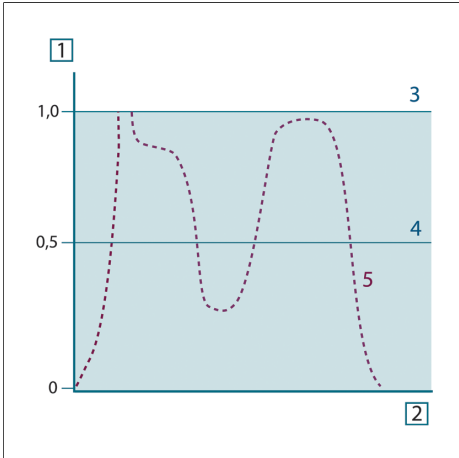


Рисунок 31.9 Спектральный коэффициент излучения трех типов излучателей 1: Спектральный коэффициент излучения; 2: Длина волны; 3: Черное тело; 4: Серое тело; 5: Избирательный излучатель.

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.

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 ответственность 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

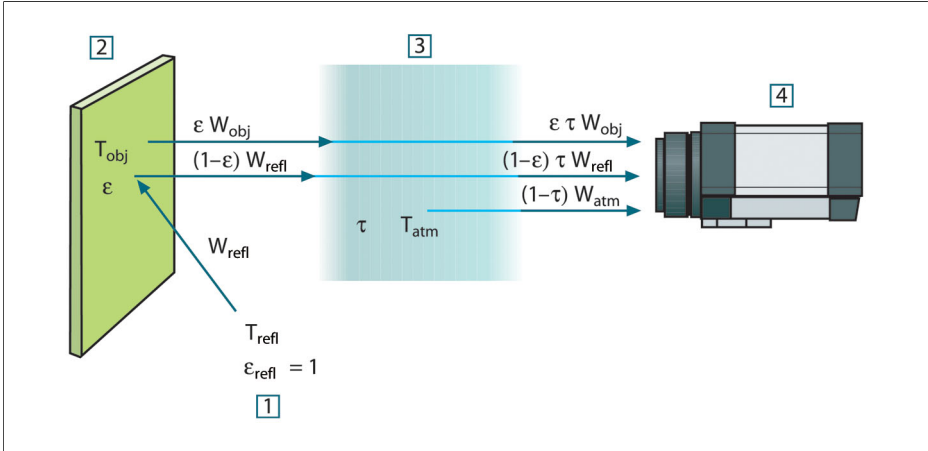


Рисунок 32.1 Схематическое представление ситуации при общих термографических измерениях
 1: Среда; 2: Объект; 3: Атмосфера; 4: Камера

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 ϵ , получаемое излучение будет, следовательно, иметь значение ϵW_{source} .

Теперь мы можем записать три слагаемых принимаемой энергии излучения:

1. *Светимость объекта* = $\epsilon \tau W_{obj}$, где ϵ является светимостью объекта, а τ 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 = $(1 - \tau)\tau W_{atm}$, 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_{refl}	Теоретическое выходное напряжение камеры для черного тела с температурой T_{refl} согласно калибровке.
U_{atm}	Теоретическое выходное напряжение камеры для черного тела с температурой T_{atm} согласно калибровке.

Оператор должен предоставить для вычисления несколько значений параметров:

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

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

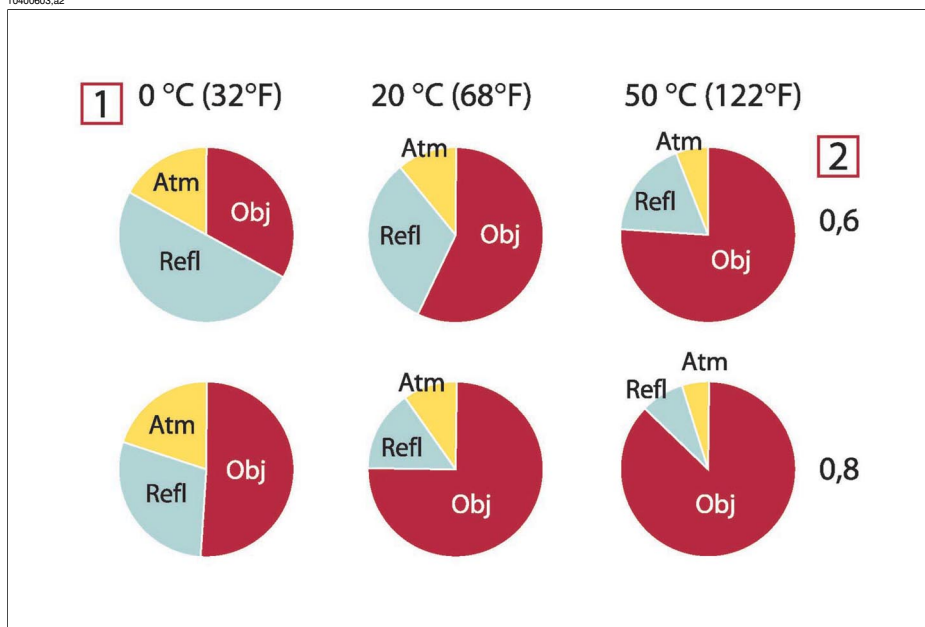


Рисунок 32.3 Относительные величины источников излучения при различных условиях измерений (SW-камера). **1:** Температура объекта; **2:** Светимость; **Obj:** Излучение объекта; **Refl:** Отраженное излучение; **Atm:** излучение атмосферы. Фиксированные параметры: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20^\circ\text{C}$;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

10400703.a2

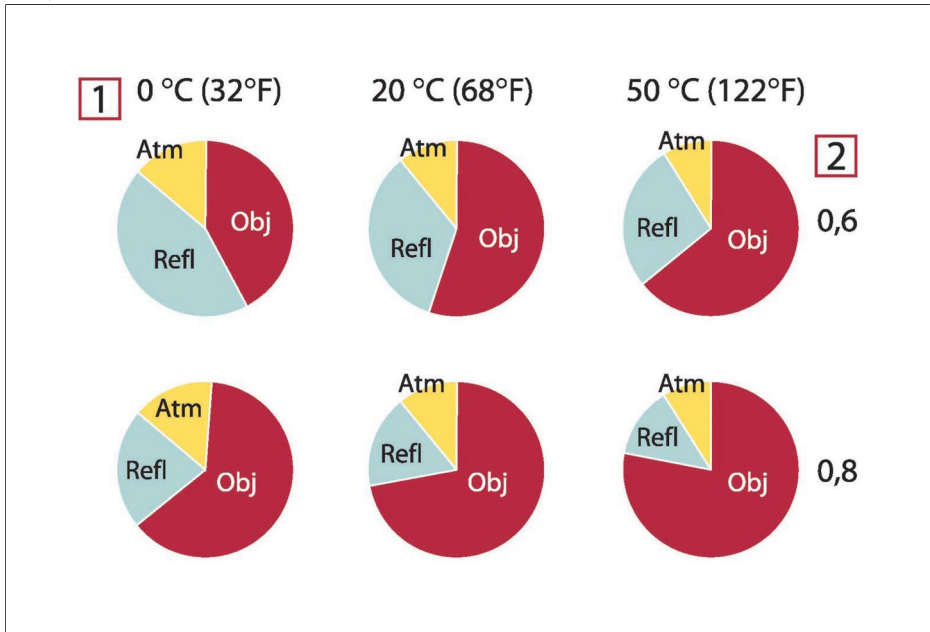


Рисунок 32.4 Относительные величины источников излучения при различных условиях измерений (LW-камера). **1:** Температура объекта; **2:** Светимость; **Obj:** Излучение объекта; **Refl:** Отраженное излучение; **Atm:** излучение атмосферы. Фиксированные параметры: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20^\circ\text{C}$;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

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 $\lambda = 5 \mu\text{m}$</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. (Emittance 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 -36°C AND 82°C</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 изменяться 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, °С; 4: Спектр; 5: Коэффициент излучения 6: Ссылка на источник

1	2	3	4	5	6
Крылон сверхгладкий, черный 1602	Гладкий, черный	Комнатная температура до 175	LW	Ок. 0,96	12
Крылон 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 черной поверхности	27	3 мкм	0,28	3
Алюминий	обработанная на черной поверхности	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 ₃ , 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 ₂	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 ₂ , 64% Al ₂ O ₃	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	попированный	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 a21
20237111.xml a11
20238511.xml a8
20238711.xml a7
20250411.xml a17
20254903.xml a65
20257011.xml a22
20257111.xml a7
20257311.xml a14
20278011.xml a6
20278211.xml a5
20278311.xml a8
20278411.xml a5
20278511.xml a5
20278611.xml a6
20278811.xml a8
20278911.xml a8
20279211.xml a5
20279311.xml a6
20279411.xml a6
20279511.xml a6
20279611.xml a5
20279811.xml a6
20282611.xml a3
20282811.xml a2
20285211.xml a2
20285311.xml a2
20287311.xml a4
20292411.xml a2
20292611.xml a1
20292711.xml a2
20292811.xml a1
20292911.xml a1
20293011.xml a1
R0120.rcp a10
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>