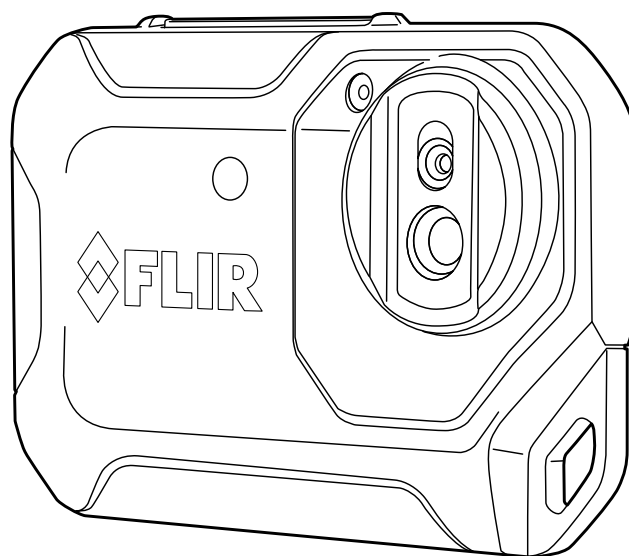




Руководство по эксплуатации Серия FLIR Сх

www.tulon.ru



Содержание

1	Ограничение ответственности.....	1
1.1	Ограниченная гарантия	1
1.2	Статистика использования.....	1
1.3	Изменения реестра	1
1.4	Постановления правительства США	1
1.5	Авторское право	1
1.6	Гарантия качества	1
1.7	Патенты	1
1.8	EULA Terms	1
1.9	EULA Terms	2
2	Информация по технике безопасности	3
3	Важная информация для пользователей.....	7
3.1	Форумы пользователей.....	7
3.2	Калибровка.....	7
3.3	Точность	7
3.4	Утилизация электронного оборудования	7
3.5	Подготовка специалистов.....	7
3.6	Обновления документации.....	8
3.7	Важное примечание относительно данного руководства	8
3.8	Примечание об приоритетных версиях.....	8
4	Поддержка пользователей.....	9
4.1	Общее	9
4.2	Задать вопрос	9
4.3	Загрузки	10
5	Краткое руководство	11
5.1	Процедура	11
6	Описание.....	12
6.1	Вид спереди	12
6.2	Вид камеры сзади	12
6.3	Разъем	13
6.4	Элементы дисплея	13
6.5	Автоматическая ориентация.....	13
6.6	Правила пользования системой меню	14
7	Эксплуатация	15
7.1	Зарядка аккумулятора	15
7.2	Включение и выключение камеры.....	15
7.3	Сохранение изображения	15
7.3.1	Общее.....	15
7.3.2	Емкость карт памяти.....	15
7.3.3	Соглашение о названиях изображений.....	15
7.3.4	Процедура.....	15
7.4	Вызов изображения	15
7.4.1	Общее.....	15
7.4.2	Процедура.....	15
7.5	Удаление изображения.....	16
7.5.1	Общее.....	16
7.5.2	Процедура.....	16
7.6	Удаление всех изображений	16
7.6.1	Общее.....	16
7.6.2	Процедура.....	17
7.7	Измерение температуры с помощью прицельной точки	17
7.7.1	Общее.....	17
7.8	Скрытие средств измерения.....	17
7.8.1	Процедура.....	17

7.9	Изменение цветовой палитры.....	17
7.9.1	Общее.....	17
7.9.2	Процедура.....	17
7.10	Изменение режима настройки изображения.....	18
7.10.1	Общее.....	18
7.10.2	Процедура.....	19
7.11	Изменение режима температурной шкалы.....	19
7.11.1	Общее.....	19
7.11.2	Использование режима <i>Заблокировать</i>	19
7.11.3	Процедура.....	19
7.12	Задание коэффициента излучения.....	20
7.12.1	Общее.....	20
7.12.2	Процедура.....	20
7.13	Изменение видимой отраженной температуры.....	20
7.13.1	Общее.....	20
7.13.2	Процедура.....	20
7.14	Изменение расстояния.....	21
7.14.1	Общее.....	21
7.14.2	Процедура.....	21
7.15	Выполнение коррекции неоднородности.....	21
7.15.1	Что такое коррекция неоднородности?.....	21
7.15.2	Когда проводится коррекция неоднородности?.....	21
7.15.3	Процедура.....	21
7.16	Использование подсветки камеры.....	22
7.16.1	Общее.....	22
7.16.2	Процедура.....	22
7.17	Настройка Wi-Fi.....	22
7.17.1	Настройка однорангового соединения (самый распространенный способ).....	22
7.17.2	Подключение камеры к беспроводной локальной сети (реже используемый способ).....	22
7.18	Изменение настроек.....	23
7.18.1	Общее.....	23
7.18.2	Процедура.....	23
7.19	Обновление камеры.....	24
7.19.1	Общее.....	24
7.19.2	Процедура.....	24
8	Технические данные.....	25
8.1	Интерактивный калькулятор поля зрения.....	25
8.2	Примечание к техническим данным.....	25
8.3	Примечание об приоритетных версиях.....	25
8.4	FLIR C2.....	26
8.5	FLIR C2 Educational Kit.....	29
8.6	FLIR C3 (incl. Wi-Fi).....	33
8.7	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit.....	37
9	Чертежи.....	41
10	Декларация соответствия CE.....	45
11	Чистка камеры.....	47
11.1	Корпус камеры, кабели и другие принадлежности.....	47
11.1.1	Чистящие жидкости.....	47
11.1.2	Технические средства.....	47
11.1.3	Процедура.....	47
11.2	Инфракрасный объектив.....	47
11.2.1	Чистящие жидкости.....	47
11.2.2	Технические средства.....	47

	11.2.3 Процедура.....	47
12	Примеры использования	49
	12.1 Повреждение при действии влажности и воды.....	49
	12.1.1 Общее.....	49
	12.1.2 Рисунок.....	49
	12.2 Дефектный контакт в розетке.....	49
	12.2.1 Общее.....	49
	12.2.2 Рисунок.....	50
	12.3 Окисление контактов розетки	50
	12.3.1 Общее.....	50
	12.3.2 Рисунок.....	50
	12.4 Дефекты теплоизоляции	51
	12.4.1 Общее.....	51
	12.4.2 Рисунок.....	51
	12.5 Сквозняк	52
	12.5.1 Общее.....	52
	12.5.2 Рисунок.....	52
13	О компании FLIR Systems	54
	13.1 Не только камеры	55
	13.2 Мы делимся своими знаниями	56
	13.3 Техническая поддержка пользователей продукции.....	56
14	Термины, законы и определения.....	57
15	Техника термографических измерений.....	59
	15.1 Введение	59
	15.2 Коэффициент излучения.....	59
	15.2.1 Определение значения коэффициента излучения образца.....	59
	15.3 Видимая отраженная температура	63
	15.4 Расстояние.....	63
	15.5 Относительная влажность.....	63
	15.6 Другие параметры.....	63
16	О калибровке	64
	16.1 Введение	64
	16.2 Определение калибровки	64
	16.3 Калибровка камеры в компании FLIR Systems	64
	16.4 Различия между калибровкой, выполненной пользователем, и калибровкой, выполненной в компании FLIR Systems.....	65
	16.5 Проверка калибровки и регулировка	65
	16.6 Коррекция неоднородности.....	66
	16.7 Регулировка теплового изображения (тепловая настройка)	67
17	История инфракрасной технологии.....	68
18	Теория термографии	72
	18.1 Введение	72
	18.2 Спектр электромагнитного излучения.....	72
	18.3 Излучение черного тела	73
	18.3.1 Закон Планка.....	74
	18.3.2 Закон смещения Вина	75
	18.3.3 Закон Стефана-Больцмана	76
	18.3.4 Излучатели, не являющиеся черными телами.....	77
	18.4 Полупрозрачные для инфракрасных лучей материалы	78
19	Формула для обработки результатов измерений	80
20	Таблицы коэффициентов излучения	84
	20.1 Список литературы	84

20.2 Таблицы 84

www.tulon.ru

1.1 Ограниченная гарантия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Компания FLIR Systems не должна нести ответственности за любые прямые, косвенные, специальные, побочные или 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.

1.2 Статистика использования

FLIR Systems оставляет за собой право на сбор анонимной статистики использования с целью поддержания и улучшения качества своего программного обеспечения и сервисов.

1.3 Изменения реестра

Ключ реестра HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Lsa\LmCompatibilityLevel будет автоматически изменен на уровень 2, если сервис FLIR Camera Monitor обнаружит камеру FLIR подключенную к компьютеру через кабель USB. Изменение будет выполнено только в том случае, если камера реализует удаленный сетевой сервис, поддерживающий сетевую аутентификацию.

1.4 Постановления правительства США

На данный продукт распространяются экспортные правила США. В случае возникновения вопросов пишите на адрес exportquestions@flir.com.

1.5 Авторское право

© 2018, FLIR Systems, Inc. Все права защищены по всему миру. Никакие части программного обеспечения, включая исходный код, не могут быть воспроизведены, переданы, преобразованы или переведены на любой язык или язык программирования в любой форме и любым способом (электронным, магнитным, оптическим, ручным или иным) без предварительного письменного разрешения 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.

1.6 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 любые изделия без предварительного уведомления.

1.7 Патенты

000439161; 000653423; 000726344; 000859020; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 001954074; 002021543; 002021543-0002; 002058180; 002249953; 002531178; 002816785; 002816793; 011200326; 014347553; 057692; 061869; 07002405; 100414275; 101796816; 101796817; 101796818; 102334141; 1062100; 11063060001; 11517895; 1226865; 12300216; 12300224; 1285345; 12969699; 1325808; 1336775; 1391114; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1458284; 1678485; 1732314; 17399650; 1890950; 1866650; 2007301511414; 2007303395047; 2008301285812; 2009301900619; 20100060357; 2010301761271; 2010301761303; 2010301761572; 201030595913; 2011304223549; 2012304717443; 2012306207318; 201302676195; 2015202354035; 2015304259171; 204465713; 204967995; 2106017; 2107799; 2115696; 2172004; 2315433; 2381417; 2794760001; 3006596; 3006597; 30330211; 4358936; 483782; 484155; 4889913; 4937897; 4995790001; 5177595; 540838; 579475; 584755; 599392; 60122153; 6020040116815; 6020060065000; 6020080347796; 6020110003453; 615113; 615116; 664580; 664581; 665004; 665440; 67023029; 6707044; 677298; 68657; 69036179; 70022216; 70028915; 70028923; 70057990; 7034300; 710424; 7110035; 7154093; 7157005; 718801; 723605; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 734803; 7544944; 7606484; 7634157; 7667198; 7809258; 7826736; 8018649; 8153971; 8212210; 8289372; 8340414; 8354639; 8384783; 8520970; 8565547; 8595689; 8599262; 8654239; 8680468; 8803093; 8823803; 8853631; 8933403; 9171361; 9191583; 9279728; 9280812; 9338352; 9423940; 9471970; 9595087; D549758.

1.8 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:

 - o You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
 - o 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.
 - o 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.
 - o 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).
 - o 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.
 - o 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.
 - o 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/>.







1.9 EULA Terms










Qt4 Core and Qt4 GUI, Copyright ©2013 Nokia Corporation and FLIR Systems AB. This Qt library is a free software; you can redistribute it and/or










modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version. This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public License, <http://www.gnu.org/licenses/lgpl-2.1.html>. The source code for the libraries Qt4 Core and Qt4 GUI may be requested from FLIR Systems AB.









www.tulon.ru

Информация по технике безопасности

 ОСТОРОЖНО
<p>Применимость: цифровые устройства класса В.</p> <p>Данное оборудование было протестировано и признано соответствующим требованиям, предъявляемым цифровым устройствам класса В в соответствии с частью 15 Правил ФКС. Эти ограничения разработаны для обеспечения приемлемого уровня защиты от вредных помех в жилой зоне. Данное оборудование генерирует, использует и может излучать радиочастотную энергию и, если оно установлено и используется не так, как указано в данной инструкции, может вызывать вредные помехи при использовании радиосвязи. Однако нет никакой гарантии, что помехи не будут иметь место при конкретной установке. Если данное оборудование создает помехи в работе радиоприемника или телевизора (что определяется путем включения/выключения данного оборудования), пользователь может попытаться устранить помехи одним из предложенных ниже способов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Изменить ориентацию или местоположение приемной антенны. • Увеличить расстояние между оборудованием и приемником. • Подсоединить оборудование к розетке той электрической цепи, к которой не подключен приемник. • Проконсультироваться со своим поставщиком или опытным специалистом по радио/телевизионному оборудованию.
 ОСТОРОЖНО
<p>Применимость: цифровые устройства согласно 15.19/RSS-210.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ: Данное устройство соответствует части 15 Правил ФКС и RSS-210 министерства промышленности Канады. При эксплуатации устройства должны выполняться следующие два условия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. данное устройство не должно производить вредные помехи, и 2. данное устройство должно принимать любые помехи, включая помехи, вызываемые неправильной эксплуатацией.
 ОСТОРОЖНО
<p>Применимость: цифровые устройства согласно 15.21.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ: Изменения или модификации данного оборудования, прямо не одобренные со стороны FLIR Systems, могут привести к отзыву разрешения ФКС на эксплуатацию данного оборудования.</p>
 ОСТОРОЖНО
<p>Применимость: цифровые устройства согласно 2.1091/2.1093/Бюллетень ОЕТ 65.</p> <p>Информация о радиоизлучении: Излучаемая выходная мощность устройства меньше предельных значений разрешенного радиоизлучения по нормам ФКС. Тем не менее устройство должно использоваться таким образом, чтобы при нормальной эксплуатации сократить воздействие на человека до возможного минимума.</p>
 ОСТОРОЖНО
<p>Данное устройство имеет сертификат соответствия законодательству Японии о радиовещании (電波法) и предпринимательскому праву Японии в области телекоммуникаций (電気通信事業法). Данное устройство не может быть модифицировано (в противном случае номер сертификата будет недействительным)</p>
 ОСТОРОЖНО
<p>Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.</p> <p>Запрещается разбирать аккумулятор или вносить изменения в его конструкцию. Аккумулятор снабжен устройствами защиты и обеспечения безопасности, при повреждении которых возможен перегрев аккумулятора. Это может стать причиной возгорания или взрыва.</p>

	ОСТОРОЖНО
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
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 повреждений органов зрения.	
	ОСТОРОЖНО
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Не рекомендуется продолжать зарядку аккумулятора, если он полностью не зарядился в течение времени зарядки, указанного в технической документации. Продолжение процесса зарядки может привести к перегреву аккумулятора и стать причиной возгорания или взрыва, которые могут повлечь травмы.	
	ОСТОРОЖНО
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Используйте только рекомендуемое оборудование для разрядки аккумулятора. Использование иного оборудования снижает эксплуатационные качества и сокращает срок службы аккумулятора. Использование оборудования отличного от рекомендуемого связано с риском подачи слишком большого тока. Это может привести к перегреву аккумулятора и стать причиной взрыва и травм.	
	ОСТОРОЖНО
Перед использованием каких-либо жидкостей вы должны внимательно прочесть указания по технике безопасности и предупреждающие надписи на упаковке. Некоторые жидкости могут быть опасны для жизни и здоровья и вызывать травмы.	
	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.	
	ВНИМАНИЕ
Не используйте камеру при температурах выше +50°C, если не указано иначе в документации для пользователей. Воздействие высоких температур может повредить камеру.	
	ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Не подключайте аккумуляторы непосредственно к автомобильному прикуривателю без специального адаптера компании FLIR Systems для подключения аккумуляторов к прикуривателю. Несоблюдение этого требования может привести к повреждению аккумулятора.	
	ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Не соединяйте между собой положительный и отрицательный полюса аккумулятора посредством каких-либо металлических предметов (например, отрезком провода). Это может привести к повреждению аккумулятора.	
	ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Не допускайте попадания на аккумулятор пресной или соленой воды и не подвергайте его воздействию влаги. В результате этого аккумулятор может быть поврежден.	

 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. Не пытайтесь проделать какие-либо отверстия в аккумуляторе. Он может быть поврежден.
 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. Не стучите по аккумулятору молотком. Это может привести к повреждению аккумулятора.
 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. Не следует класть ноги на аккумулятор, стучать по нему или трясти. Такие воздействия могут повредить аккумулятор.
 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. 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.
 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. Не помещайте аккумуляторы в огонь и не нагревайте их. Это может привести к повреждению аккумулятора и стать причиной травм.
 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. Не помещайте аккумуляторы на горячие поверхности или возле отопительных приборов, печей и других источников повышенной температуры. Это может привести к повреждению аккумулятора и стать причиной травм людей.
 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. Не следует выполнять пайку непосредственно на аккумуляторе. Он может быть поврежден.
 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. Не используйте аккумулятор при наличии таких признаков, как необычный запах, высокая температура, деформации, изменение цвета и др., во время эксплуатации, зарядки или хранения аккумулятора. При появлении одного или нескольких указанных признаков обратитесь к поставщику. В противном случае это может стать причиной повреждения аккумулятора и травм людей.
 ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами. Для зарядки аккумулятора используйте только рекомендованное зарядное устройство. Несоблюдение этого требования может привести к повреждению аккумулятора.

	ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Используйте только рекомендованный аккумулятор для камеры. Несоблюдение этого требования может привести к повреждению аккумулятора и камеры.	
	ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Диапазон допустимых температур для зарядки аккумулятора: от 0°C до +45° С. 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.	
	ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Диапазон допустимых температур для разрядки аккумулятора: от -15°C до +50°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.	
	ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Если аккумулятор отработал свой срок службы, то перед его утилизацией намотайте на его клеммы изоляционную ленту или аналогичные материалы. Несоблюдение этого требования может привести к повреждению аккумулятора и травмам людей.	
	ВНИМАНИЕ
Применимость: камеры с одним или несколькими аккумуляторами.	
Перед установкой аккумулятора удалите с его поверхностей воду или влагу. В противном случае аккумулятор может быть поврежден.	
	ВНИМАНИЕ
Не следует наносить растворители или аналогичные жидкости на поверхность камеры, кабели или другие детали. Это может привести к повреждению аккумулятора и травмам.	
	ВНИМАНИЕ
Будьте осторожны при очистке инфракрасного объектива. На него нанесено антибликовое покрытие, которое легко может быть повреждено. Неправильная чистка может повредить объектив.	
	ВНИМАНИЕ
Не следует прикладывать чрезмерные усилия при чистке инфракрасного объектива. Это может повредить антибликовое покрытие.	

Примечание Характеристики герметизации действительны только в том случае, когда все отверстия камеры герметично закрыты соответствующими крышками, заслонками и колпачками. Это условие касается также отсеков для хранения данных, аккумуляторов и разъемов.



Важная информация для пользователей

3.1 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://forum.infraredtraining.com/>

3.2 Калибровка

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.

3.3 Точность

Чтобы обеспечить наилучшие показатели точности, рекомендуется производить измерения температуры не ранее, чем через 5 минут после включения камеры.

3.4 Утилизация электронного оборудования

Электрическое и электронное оборудование (EEE) содержит материалы, компоненты и вещества, которые могут представлять опасность для здоровья человека, а также нанести вред окружающей среде в случае неправильной утилизации отработанного электрического и электронного оборудования (WEEE).

Оборудование, на которое нанесена маркировка в виде значка с перечеркнутым мусорным контейнером, является электронным и электрическим оборудованием. Перечеркнутый мусорный контейнер означает, что отработанное электронное и электрическое оборудование запрещается утилизировать вместе с несортированными бытовыми отходами, его нужно утилизировать отдельно.

Для этой цели местные органы власти создали схему сбора, в рамках которой жители могут утилизировать отработанное электронное и электрическое оборудование. Это можно сделать в центре вторичной переработки, в точках сбора отходов или непосредственно из дома. Более подробную информацию можно получить в технических отделах местных управленческих органов.



3.5 Подготовка специалистов

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

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

3.6 Обновления документации

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

Последние руководства, переводы руководств 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.

3.7 Важное примечание относительно данного руководства

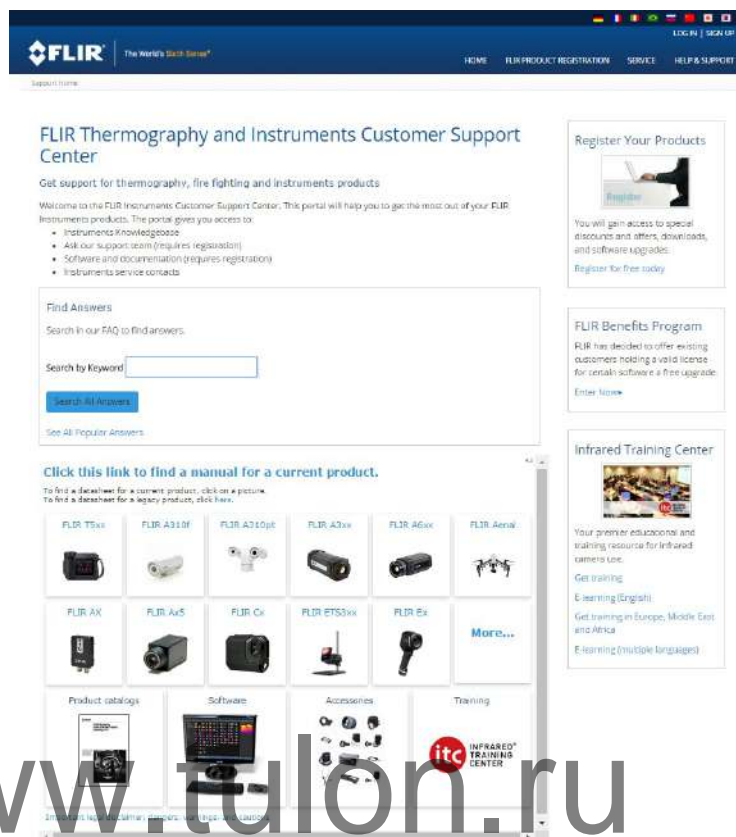
Компания FLIR Systems выпускает общие руководства, посвященные нескольким отдельным моделям камер, входящим в модельный ряд.

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

3.8 Примечание об приоритетных версиях

Приоритетной версией данного документа является версия на английском языке. В случае обнаружения расхождений из-за ошибок перевода приоритетным является текст на английском.

Любые последующие изменения вносятся сначала на английском.



4.1 Общее

Для получения поддержки посетите сайт:

<http://support.flir.com>

4.2 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 устройством (например, устройство для чтения карт памяти SD, HDMI, Ethernet, USB или FireWire)
- Тип устройства (ПК/Mac/iPhone/iPad/устройство с ОС Android и т.д.)
- Версия любой программы FLIR Systems
- Полное наименование, номер публикации и редакцию Руководства пользователя

4.3 Загрузки


На сайте помощи клиентам можно загрузить следующее (если применимо):

- Обновления встроенной программы для Вашей инфракрасной камеры.
- Обновления программ для ПО Вашего ПК/Мас.
- Бесплатное ПО и ознакомительные версии ПО ПК/Мас.
- Документация пользователя для текущих, устаревших и более не поддерживаемых продуктов.
- Механические чертежи (в формате *.dxf и *.pdf).
- Модели данных САПР (в формате *.stp).
- Истории применения.
- Технические спецификации.
- Каталоги продукции.

www.tulon.ru

5.1 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

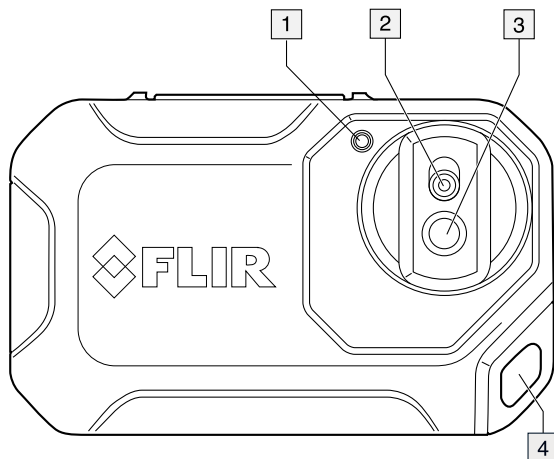
1. Заряжайте аккумулятор в течение примерно 1,5 часа от источника питания FLIR.
2. Нажмите кнопку включения/выключения  для включения камеры.
3. Направьте камеру на изучаемый объект.
4. Нажмите кнопку «Сохранить» для сохранения изображения.

(Дополнительные шаги)

5. Загрузите FLIR Tools с сайта <http://support.flir.com/tools>.
6. Установите FLIR Tools на компьютер.
7. Запустите FLIR Tools.
8. Подключите камеру к компьютеру с помощью кабеля USB.
9. Импортируйте изображения в FLIR Tools.
10. Создайте отчет в формате PDF при помощи FLIR Tools.

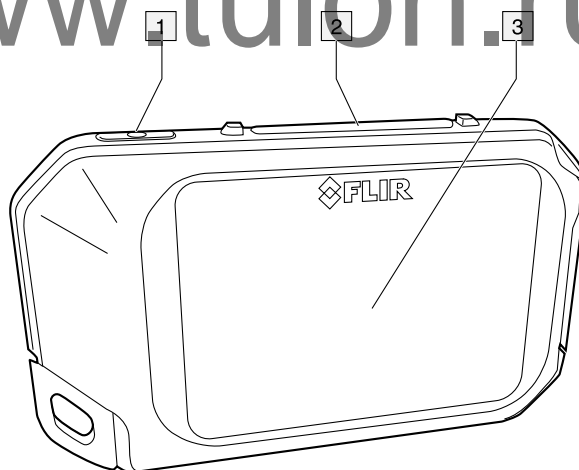
www.tulon.ru

6.1 Вид спереди



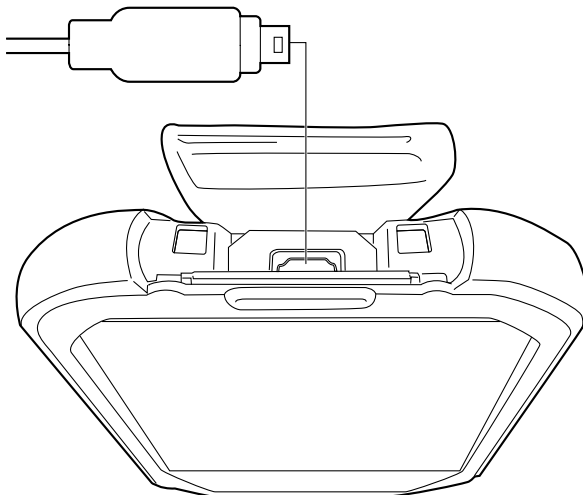
1. Подсветка камеры.
2. Объектив цифровой камеры.
3. Инфракрасный объектив.
4. Точка крепления.

6.2 Вид камеры сзади



1. Кнопка on/off (Вкл./Выкл.).
2. Кнопка сохранения.
3. Экран камеры.

6.3 Разъем



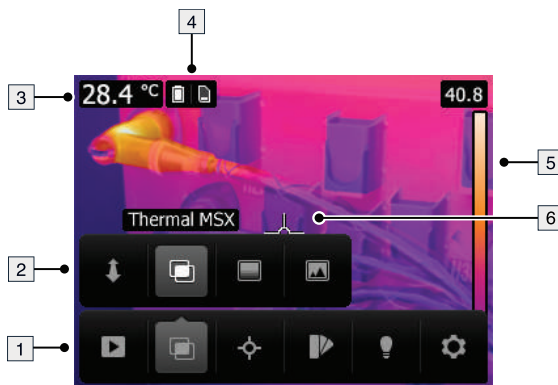
Назначение данного разъема USB Micro-B:

- Зарядка аккумулятора от источника питания FLIR.
- Перенос изображений с камеры на компьютер для дальнейшего анализа в FLIR Tools.

Note Прежде чем переносить изображения, установите на компьютер программу FLIR Tools.

www.tulon.ru

6.4 Элементы дисплея



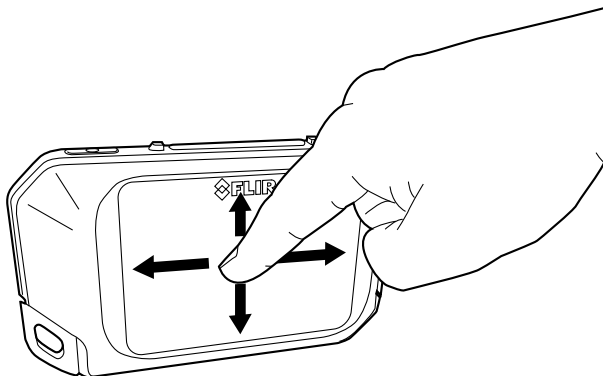
1. Основная панель меню.
2. Панель подменю.
3. Таблица результатов.
4. Значки состояния.
5. Шкала температуры.
6. Точка измерения.

6.5 Автоматическая ориентация

Камера оснащена функцией автоматической ориентации. Благодаря этой функции камера автоматически подстраивает информацию об измерениях на дисплее к вертикальному или горизонтальному положению камеры.

Note Функция автоматической ориентации задается в настройках. Выберите *Настройки > Настройки устройства > Автоматическая ориентация > Вкл.*

6.6 Правила пользования системой меню




Камера оснащена сенсорным экраном. Для навигации по системе меню используйте указательный палец или стилус, специально предназначенный для емкостных сенсорных экранов.

Для вызова системы меню коснитесь экрана камеры.

www.tulon.ru




7.1 Зарядка аккумулятора

 WARNING
Убедитесь, что штепсельная розетка установлена рядом с оборудованием, и что она легкодоступна.

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Подключите источник питания FLIR к розетке.
2. Подключите кабель блока питания к разъему USB камеры.

7.2 Включение и выключение камеры

- Нажмите кнопку включения/выключения  для включения камеры.
- Нажмите и удерживайте кнопку «Вкл./Выкл.»  (менее 5 секунд), пока экран не перейдет в режим ожидания. В этом режиме камера автоматически выключится через 2 часа.
- Для выключения камеры снова нажмите кнопку «Вкл./Выкл.»  и удерживайте в нажатом состоянии не менее 5 секунд.

7.3 Сохранение изображения

7.3.1 Общее

Изображения можно сохранять во встроенной памяти камеры.

Камера одновременно сохраняет тепловое и визуальное изображение.

7.3.2 Емкость карт памяти

Во встроенную память камеры можно сохранить примерно 500 изображений.

7.3.3 Соглашение о названиях изображений

По соглашению, названия изображений имеют вид *FLIRxxxx.jpg*, где *xxxx* — один счетчик.

7.3.4 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Для сохранения изображения нажмите кнопку сохранения.


7.4 Вызов изображения









7.4.1 Общее

При сохранении изображения оно записывается во встроенную память камеры. Чтобы просмотреть изображение, его нужно открыть, загрузив из встроенной памяти камеры.

7.4.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Выберите *Изображения* . Появится изображение, сохраненное в архиве изображений.

3. Для просмотра предыдущего или следующего изображения выполните одно из следующих действий:
 - Проведите по экрану влево или вправо.
 - Нажмите на левую стрелку  или на правую стрелку .
4. Чтобы переключаться между тепловым и визуальным изображением, проведите по экрану вверх или вниз.
5. Коснитесь экрана камеры. Появится панель инструментов.
 - Выберите *Полноэкранный режим*  или *Выйти из полноэкранного режима* , чтобы переключаться между полноэкранным и обычным просмотром.
 - Выберите *Эскизы*  для отображения пиктограмм. Для перемещения между эскизами проведите по экрану вверх/вниз. Для просмотра изображения нажмите на нужную пиктограмму.
 - Выберите *Удалить* , чтобы удалить изображение.
 - Выберите *Информация* , чтобы отобразить информацию об изображении.
 - Выберите *Камера* , чтобы вернуться в режим реального времени.






7.5 Удаление изображения

7.5.1 Общее

Вы можете удалить изображение из встроенной памяти камеры.

7.5.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Выберите *Изображения* . Появится изображение, сохраненное в архиве изображений.
3. Для отображения предыдущего или следующего изображения выполните одно из следующих действий:
 - Проведите по экрану влево или вправо.
 - Нажмите на левую стрелку  или на правую стрелку .
4. При отображении изображения, которое необходимо удалить, коснитесь экрана камеры. Появится панель инструментов.
5. На панели инструментов выберите *Удалить* . Появится диалоговое окно.
6. В диалоговом окне выберите *Удалить*.
7. Чтобы вернуться в режим реального времени коснитесь экрана камеры и выберите *Камера* .



7.6 Удаление всех изображений

7.6.1 Общее

Вы можете удалить все изображения из встроенной памяти камеры.

7.6.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Нажмите *Настройки* . Откроется диалоговое окно.
3. В диалоговом окне выберите *Настройки устройства*. Появится диалоговое окно.
4. В диалоговом окне выберите *Сброс настроек*. Откроется диалоговое окно.
5. В диалоговом окне выберите *Удалить все сохраненные изображения*. Откроется диалоговое окно.
6. В диалоговом окне выберите *Удалить*.
7. Чтобы вернуться в режим реального времени, несколько раз нажимайте на верхнюю левую стрелку . Также можно один раз нажать кнопку «Сохранить».



7.7 Измерение температуры с помощью прицельной точки

7.7.1 Общее

Можно измерить температуру с помощью экспозиметра. В этом случае на экране отобразится температура в положении экспозиметра.

7.7.1.1 Процедура



Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Выберите *Измерение* . Появится панель подменю.
3. На панели подменю выберите *Центральная точка* .
Теперь температура в положении экспозиметра отобразится в левом верхнем углу экрана.

7.8 Скрытие средств измерения

7.8.1 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Выберите *Измерение* . Появится панель подменю.
3. На панели подменю выберите *Без измерений* .

7.9 Изменение цветовой палитры


7.9.1 Общее

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

7.9.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.

2. Выберите *Цвет* . Появится панель подменю.
3. На панели подменю выберите тип цветовой палитры:
 - *Железо*.
 - *Радуга*.
 - *Контрастная радуга*.
 - *Серый*.

7.10 Изменение режима настройки изображения

7.10.1 Общее

Камера одновременно захватывает как тепловое, так и визуальное изображение. Выбирая режим изображения, вы выбираете тип изображения, которое отображается на экране.

Камера поддерживает следующие режимы изображения:

- *MSX* (мультиспектральное динамическое изображение): камера дает инфракрасные изображения, границы которых улучшены с помощью элементов визуального изображения.



- *Инфракрасный*: камера дает полностью инфракрасное изображение.



- *Цифровая фотокамера*: камера дает только визуальное изображение, захватываемое цифровой камерой.






Для вывода четкого изображения после слияния (режим *MSX*) камера должна выполнить необходимые регулировки, помогающие компенсировать незначительные

различия в положении линзы цифровой камеры и инфракрасной линзы. Для выполнения более точной регулировки камере требуется расстояние выравнивания (т.е. расстояние до объекта).

7.10.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Выберите *Режим изображения* . Появится панель подменю.
3. На панели подменю выберите один из следующих элементов:
 - *MSX* .
 - *Инфракрасный* .
 - *Цифровая фотокамера* .
4. При выборе режима *MSX* задайте расстояние до объекта, выполнив следующие действия:
 - На панели подменю выберите *Расстояние выравнивания* . Откроется диалоговое окно.
 - В диалоговом окне выберите расстояние до объекта.

7.11 Изменение режима температурной шкалы

7.11.1 Общее

Камера может работать в двух различных режимах температурной шкалы:

- *Автоматический режим*: в этом режиме камера постоянно выполняет автоматическую регулировку для получения более яркого и контрастного изображения.
- *Режим Заблокировать*: в этом режиме камера блокирует диапазон и уровень температуры.

7.11.2 Использование режима *Заблокировать*

Типичной ситуацией, при которой используется режим *Заблокировать* является поиск температурных аномалий в двух объектах одинаковой конструкции и дизайна.

Например, у вас есть два кабеля, один из которых, по вашему мнению, перегрет. Переведите камеру в *Автоматический режим*, направьте ее на кабель с нормальной температурой, а затем включите режим *Заблокировать*. Когда вы направите камеру в режиме *Заблокировать* на перегретый кабель, он отобразится в *более светлом* цвете на тепловом изображении, если его температура будет *выше*, чем температура первого кабеля.

Если вы выполните это в режиме *Автоматический режим*, цвет обоих объектов может быть одинаковым, несмотря на то, что их температура будет разной.

7.11.3 Процедура

Для переключения между режимом *Автоматический режим* и режимом *Заблокировать* нажмите на верхнее или нижнее значение температуры на шкале температур.

Серый значок замка означает, что режим *Заблокировать* включен.

7.12 Задание коэффициента излучения

7.12.1 Общее

Чтобы точно измерять температуру, камера должна "знать", какая поверхность измеряется. Можно выбрать одно из указанных ниже свойств поверхности:

- *Матовый.*
- *Полуматовый.*
- *Полублестящий.*

Вы также можете установить настраиваемое значение коэффициента излучения.

Подробная информация о коэффициенте излучения приведена в разделе 15 *Техника термографических измерений*, page 59.

7.12.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Нажмите *Настройки* . Откроется диалоговое окно.
3. В диалоговом окне выберите *Параметры измерения*. Откроется диалоговое окно.
4. В диалоговом окне выберите *Коэффициент излучения*. Откроется диалоговое окно.
5. В диалоговом окне выберите один из следующих элементов:
 - *Матовый.*
 - *Полуматовый.*
 - *Полублестящий.*
 - *Настраиваемое значение.* Появится диалоговое окно, в котором можно задать желаемое значение.
6. Чтобы вернуться в режим реального времени, несколько раз нажимайте на верхнюю левую стрелку . Также можно один раз нажать кнопку «Сохранить».

7.13 Изменение видимой отраженной температуры


7.13.1 Общее


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

Подробная информация о видимой отраженной температуре приведена в разделе 15 *Техника термографических измерений*, page 59.

7.13.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Нажмите *Настройки* . Откроется диалоговое окно.
3. В диалоговом окне выберите *Measurement parameters*. Будет открыто диалоговое окно.
4. В диалоговом окне выберите *Отраженная температура*. Откроется диалоговое окно, в котором вы сможете задать желаемое значение.

-
5. Чтобы вернуться в режим реального времени, несколько раз нажимайте на верхнюю левую стрелку . Также можно один раз нажать кнопку «Сохранить».

7.14 Изменение расстояния

7.14.1 Общее



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.

Подробную информацию см. в разделе 15 *Техника термографических измерений*, page 59.

7.14.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Нажмите *Настройки* . Откроется диалоговое окно.
3. В диалоговом окне выберите *Measurement parameters*. Будет открыто диалоговое окно.
4. В диалоговом окне выберите *Расстояние*. откроется диалоговое окно, в котором вы сможете задать требуемое значение.
5. Чтобы вернуться в режим реального времени, несколько раз нажимайте на верхнюю левую стрелку . Также можно один раз нажать кнопку «Сохранить».

7.15 Выполнение коррекции неоднородности


7.15.1 Что такое коррекция неоднородности?

Коррекция неоднородности (или NUC) – это *коррекция изображения, выполняемая программным обеспечением камеры, с целью компенсации разной степени чувствительности датчиков и других оптических и геометрических отклонений*¹.

7.15.2 Когда проводится коррекция неоднородности?

Коррекцию неоднородности следует проводить, когда на изображении возникает пространственный шум. Пространственный шум на выходном изображении появляется при изменении температуры окружающей среды (например, при переходе от работы внутри помещения к работе на улице и наоборот).

7.15.3 Процедура

Для выполнения коррекции неоднородности нажмите и удерживайте значок . На экране появится надпись *Калибровка...*

1. Определение взято из ожидающего утверждения стандарта DIN 54190-3 (Неразрушающее тестирование – Термографическое тестирование – Часть 3. Термины и определения).


7.16 Использование подсветки камеры

7.16.1 Общее

Подсветка камеры может использоваться как мигающий сигнал или вспышка при съемке изображения.

7.16.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Выберите *Лампа* .
3. Нажмите на один из следующих элементов:
 - *Вспышка* (использование подсветки в качестве вспышки при съемке изображения).
 - *Вкл.* (включение подсветки и использование ее в качестве мигающего сигнала).
 - *Выкл.* (выключение подсветки).

7.17 Настройка Wi-Fi


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

Камеру можно подключить следующими двумя способами:

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

7.17.1 Настройка однорангового соединения (самый распространенный способ)

Выполните перечисленные ниже действия.


1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.
2. Нажмите *Настройки* . Откроется диалоговое окно.
3. Выберите *Настройки устройства*.
4. Выберите *Wi-Fi*.
5. Выберите *Отправить*.
6. (Необязательный шаг.) Чтобы отобразить или изменить параметры, выберите *Настройки*.
 - Чтобы изменить канал (канал, на который настроена камера), выберите *Канал*.
 - Чтобы активировать WEP (алгоритм шифрования), выберите *WEP*. Будет установлен флажок в поле *WEP*.
 - Чтобы изменить пароль WEP, выберите *Пароль*.

Note Данные параметры устанавливаются для сети камеры. Внешнее устройство будет использовать их для подключения к сети.

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

Выполните перечисленные ниже действия.

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.

-
2. Нажмите *Настройки*  . Откроется диалоговое окно.
 3. Выберите *Настройки устройства*.
 4. Выберите *Wi-Fi*.
 5. Выберите *Подключить к сети*.
 6. Чтобы отобразить список доступных сетей, выберите *Сети*.
 7. Выберите одну из доступных сетей.
Для подключения к сетям, защищенным паролем (обозначены значком замка), потребуется ввести пароль.

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

7.18 Изменение настроек

7.18.1 Общее

Вы можете изменять различные настройки камеры.

Меню *Настройки* включает следующие пункты:

- *Параметры измерения*.
- *Сохранить настройки*.
- *Настройки устройства*.

7.18.1.1 Параметры измерения

- *Коэффициент излучения*.
- *Отраженная температура*.
- *Расстояние*.

7.18.1.2 Сохранить настройки

- *Photo as separate JPEG*: при выборе этой команды в меню цифровое фото от камеры видимого диапазона сохраняется с полным полем зрения как отдельное изображение JPEG. Данную опцию необходимо активировать, если вы не используете программное обеспечение FLIR Tools.


7.18.1.3 Настройки устройства

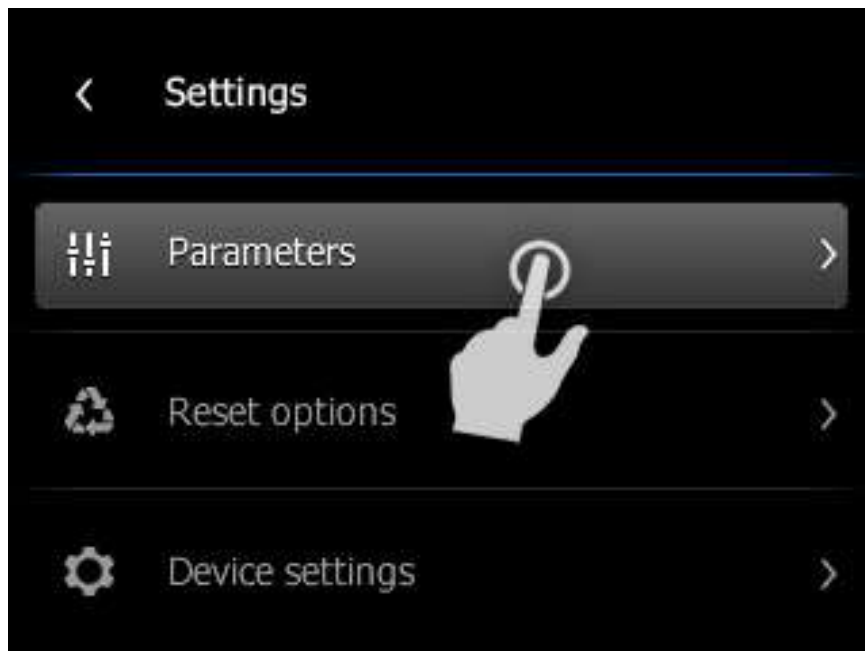
- *Язык, время и единицы измерения*:
 - *Язык*.
 - *Единицы измерения температуры*.
 - *Единица расстояния*.
 - *Дата и время*.
 - *Формат даты/времени*.
- *Сброс настроек*:
 - *Сбросить к режиму камеры по умолчанию*.
 - *Сброс настроек к значениям по умолчанию*.
 - *Удалить все изображения*.
- *Авт.выключение питания*.
- *Автоматическая ориентация*.
- *Яркость дисплея*.
- *Информация о камере*: эта команда меню отображает различные данные о камере, такие как модель, серийный номер и версия программного обеспечения.


7.18.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Коснитесь экрана камеры. Появится основная панель меню.

2. Нажмите *Настройки* . Откроется диалоговое окно.
3. В диалоговом окне выберите настройку, которую вы хотите изменить.



4. Чтобы вернуться в режим реального времени, несколько раз нажимайте на верхнюю левую стрелку . Также можно один раз нажать кнопку «Сохранить».

7.19 Обновление камеры

7.19.1 Общее

Чтобы использовать преимущества новейшей версии встроенного ПО камеры, необходимо регулярно обновлять его. Обновление камеры осуществляется с помощью FLIR Tools.

7.19.2 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Запустите FLIR Tools.
2. Включите камеру.
3. Подключите камеру к компьютеру с помощью кабеля USB.
4. FLIR Tools отображает экран приветствия при обнаружении камеры. На экране приветствия нажмите *Проверить наличие обновлений*.

Вы можете также нажать *Проверить наличие обновлений* в меню *Справка* в FLIR Tools.

5. Следуйте экраным инструкциям.

Содержание

8.1	Интерактивный калькулятор поля зрения	25
8.2	Примечание к техническим данным	25
8.3	Примечание об приоритетных версиях.....	25
8.4	FLIR C2	26
8.5	FLIR C2 Educational Kit.....	29
8.6	FLIR C3 (incl. Wi-Fi)	33
8.7	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit.....	37

8.1 Интерактивный калькулятор поля зрения

Посетите сайт <http://support.flir.com> и нажмите на фотографию требуемой серии камер, чтобы ознакомиться с таблицами значений поля зрения для всех возможных вариантов сочетаний объектив — камера.

8.2 Примечание к техническим данным

FLIR Systems сохраняет за собой право на изменение спецификаций в любое время без предварительного уведомления. Для ознакомления с последними изменениями посетите сайт <http://support.flir.com>.

8.3 Примечание об приоритетных версиях

Приоритетной версией данного документа является версия на английском языке. В случае обнаружения расхождений из-за ошибок перевода приоритетным является текст на английском.

Любые последующие изменения вносятся сначала на английском.

8.4 FLIR C2

P/N: 72001-0101

Rev.: 41167

Данные по оптической системе и системе формирования изображения		
NETD	100 мК	
Поле зрения	41° × 31°	
Минимальное фокусное расстояние	<ul style="list-style-type: none"> Тепловое: 0,15 м (0,49 фута) MSX: 1,0 м (3,3 фута) 	
Фокусное расстояние	1,54 мм (0,061 дюйма)	
Пространственное разрешение (МПЗ)	11 мрад	
Диафрагма	1,1	
Частота смены кадров	9 Гц	
Фокус	С фиксированным фокусом	
Информация по детектору		
Матрица фокальной плоскости	Неохлаждаемый микроболометр	
Спектральный диапазон	7,5...14 мкм	
Шаг детектора	17 мкм	
Размер ИК датчика	80 × 60	
Вывод изображения		
Дисплей (цветной)	<ul style="list-style-type: none"> 3,0 дюйма 320 × 240 пикселей 	
Дисплей, соотношение сторон	4:3	
Автоматическая ориентация	Да	
Сенсорный экран	Да, емкостного типа	
Настройка изображения (юстировка и калибровка)	Да	
Режимы вывода изображения		
Инфракрасное изображение	Да	
Визуальное изображение	Да	
MSX	Да	
Галерея	Да	
Измерение		
Диапазон температуры камеры	Температурный диапазон объектов	Точность — для температуры окружающего воздуха +25°C.
От -10 до +150°C	От -10 до +100°C	±2°C
	От +100 до +150°C	±2%
Анализ измерений		
Точка измерения	Вкл./Выкл.	
Учет коэффициента излучения	Да; матов./полуматов./полуглянц. + пользовательская настройка	
Коррекция измерений	<ul style="list-style-type: none"> Коэффициент излучения Видимая отраженная температура 	

Настройка	
Цветовые палитры	<ul style="list-style-type: none"> Железо Радуга Радуга (выс. контраст) Серая
Команды настройки	Используемые единицы измерения, язык, формат даты и времени
Языки	Арабский, чешский, датский, нидерландский, английский, финский, французский, немецкий, греческий, венгерский, итальянский, японский, корейский, норвежский, польский, португальский, русский, упрощ. китайский, испанский, шведский, традиц. китайский, турецкий.
Лампа	
Выходная мощность	0,85 Вт
Поле зрения	60°
Функции обслуживания	
Обновление ПО камеры	Использование FLIR Tools
Хранение изображений	
Носитель информации	Внутренняя память по меньшей мере на 500 изображений
Формат файла изображения	<ul style="list-style-type: none"> Стандартный JPEG Включая 14 бит для данных измерений
Потоковая передача видео	
Потоковая передача нерадиометрического ИК видео	Да
Потоковая передача визуального видео	Да
Цифровая камера	
Цифровая камера	640 × 480 пикселей
Цифровая камера, метод фокусировки	Фиксированная фокусировка
Интерфейсы передачи данных	
USB, тип разъема	USB Micro-B: обмен данными с ПК
USB, стандартный	USB 2.0
Система питания	
Тип батарей	Литий-ионная аккумуляторная батарея
Напряжение аккумулятора	3,7 В
Время работы от аккумулятора	2 ч
Система зарядки	Заряжается внутри камеры
Время зарядки	1,5 ч
Работа от внешнего питания	<ul style="list-style-type: none"> Адаптер AC. Вход: 90–260 В пер. тока. Выход на камеру: 5 В
Управление электропитанием	Автоматическое выключение
Условия работы	
Диапазон рабочих температур	-10...+50°C (14...122°F)
Диапазон температуры хранения	-40...+70 °C (-40...158 °F)

Условия работы	
Влажность (при эксплуатации и хранении)	Согласно стандарту IEC 60068-2-30/24 ч при относительной влажности 95 % в диапазоне температур от +25...+40 °C (+77...+104 °F) / 2 цикла
Относительная влажность	Относительная влажность 95 %, +25...+40 °C (+77...+104 °F) без конденсации
ЭМС	<ul style="list-style-type: none"> • WEEE 2012/19/EC • RoHS 2011/65/EC • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR часть 15 класс B
Магнитные поля	EN 61000-4-8
Правила и нормы в отношении аккумуляторов	UL 1642
Класс защиты корпуса	Корпус камеры и объективы: IP 40 (IEC 60529)
Удар	25g (согласно IEC 60068-2-27)
Вибрация	2 g (согласно IEC 60068-2-6)
Физические характеристики	
Вес (вкл. аккумулятор)	0,13 кг (0,29 фунта)
Размер (Д × Ш × В)	125 × 80 × 24 мм (4,9 × 3,1 × 0,94 дюйма)
Монтаж штатива	Нет
Материал корпуса	<ul style="list-style-type: none"> • Поликарбонат и пластик ABS, частично покрытый термопластичным эластомером • Алюминий
Цвет	Черный и серый
Информация по транспортировке	
Упаковка, тип	Картонная коробка
Перечень содержимого	<ul style="list-style-type: none"> • Инфракрасная камера • Шнур • Блок питания / зарядное устройство с вилками по стандартам ЕС, Великобритании, США, Китая и Австралии • Печатная документация • Кабель USB
Вес упаковки	0,53 кг (1,17 фунта)
Размер упаковки	175 × 115 × 75 мм (6,9 × 4,5 × 3,0 дюйма)
EAN-13	4743254001961
UPC-12	845188010614
Страна-изготовитель	Эстония


Расходные материалы и принадлежности:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

8.5 FLIR C2 Educational Kit

P/N: 72002-0202

Rev.: 41167

 ПРИМЕЧАНИЕ		
Право на приобретение данного продукта имеют только образовательные учреждения.		
Данные по оптической системе и системе формирования изображения		
NETD	100 мК	
Поле зрения	41° × 31°	
Минимальное фокусное расстояние	<ul style="list-style-type: none"> • Тепловое: 0,15 м (0,49 фута) • MSX: 1,0 м (3,3 фута) 	
Фокусное расстояние	1,54 мм (0,061 дюйма)	
Пространственное разрешение (МПЗ)	11 мрад	
Диафрагма	1,1	
Частота смены кадров	9 Гц	
Фокус	С фиксированным фокусом	
Информация по детектору		
Матрица фокальной плоскости	Неохлаждаемый микроболومتر	
Спектральный диапазон	7,5...14 мкм	
Шаг детектора	17 мкм	
Размер ИК датчика	80 × 60	
Вывод изображения		
Дисплей (цветной)	<ul style="list-style-type: none"> • 3,0 дюйма • 320 × 240 пикселей 	
Дисплей, соотношение сторон	4:3	
Автоматическая ориентация	Да	
Сенсорный экран	Да, емкостного типа	
Настройка изображения (юстировка и калибровка)	Да	
Режимы вывода изображения		
Инфракрасное изображение	Да	
Визуальное изображение	Да	
MSX	Да	
Галерея	Да	
Измерение		
Диапазон температуры камеры	Температурный диапазон объектов	Точность — для температуры окружающего воздуха +25°C.
От -10 до +150°C	От -10 до +100°C	±2°C
	От +100 до +150°C	±2%

Анализ измерений	
Точка измерения	Вкл./Выкл.
Учет коэффициента излучения	Да; матов./полуматов./полуглянц. + пользовательская настройка
Коррекция измерений	<ul style="list-style-type: none"> • Коэффициент излучения • Видимая отраженная температура
Настройка	
Цветовые палитры	<ul style="list-style-type: none"> • Железо • Радуга • Радуга (выс. контраст) • Серая
Команды настройки	Используемые единицы измерения, язык, формат даты и времени
Языки	Арабский, чешский, датский, нидерландский, английский, финский, французский, немецкий, греческий, венгерский, итальянский, японский, корейский, норвежский, польский, португальский, русский, упрощ. китайский, испанский, шведский, традиц. китайский, турецкий.
Лампа	
Выходная мощность	0,85 Вт
Поле зрения	60°
Функции обслуживания	
Обновление ПО камеры	Использование FLIR Tools
Хранение изображений	
Носитель информации	Внутренняя память по меньшей мере на 500 изображений
Формат файла изображения	<ul style="list-style-type: none"> • Стандартный JPEG • Включая 14 бит для данных измерений
Потоковая передача видео	
Потоковая передача нерадиометрического ИК видео	Да
Потоковая передача визуального видео	Да
Цифровая камера	
Цифровая камера	640 × 480 пикселей
Цифровая камера, метод фокусировки	Фиксированная фокусировка
Интерфейсы передачи данных	
USB, тип разъема	USB Micro-B: обмен данными с ПК
USB, стандартный	USB 2.0
Система питания	
Тип батарей	Литий-ионная аккумуляторная батарея
Напряжение аккумулятора	3,7 В
Время работы от аккумулятора	2 ч
Система зарядки	Заряжается внутри камеры
Время зарядки	1,5 ч

Система питания	
Работа от внешнего питания	<ul style="list-style-type: none"> Адаптер AC. Вход: 90–260 В пер. тока. Выход на камеру: 5 В
Управление электропитанием	Автоматическое выключение
Условия работы	
Диапазон рабочих температур	-10...+50°C (14...122°F)
Диапазон температуры хранения	-40...+70°C (-40...158°F)
Влажность (при эксплуатации и хранении)	Согласно стандарту IEC 60068-2-30/24 ч при относительной влажности 95 % в диапазоне температур от +25...+40°C (+77...+104°F) / 2 цикла
Относительная влажность	Относительная влажность 95 %, +25...+40°C (+77...+104°F) без конденсации
ЭМС	<ul style="list-style-type: none"> WEEE 2012/19/EC RoHS 2011/65/EC C-Tick EN 61000-6-3 EN 61000-6-2 FCC 47 CFR часть 15 класс B
Магнитные поля	EN 61000-4-8
Правила и нормы в отношении аккумуляторов	UL 1642
Класс защиты корпуса	Корпус камеры и объективы: IP 40 (IEC 60529)
Удар	25g (согласно IEC 60068-2-27)
Вибрация	2 g (согласно IEC 60068-2-6)
Физические характеристики	
Вес (вкл. аккумулятор)	0,13 кг (0,29 фунта)
Размер (Д × Ш × В)	125 × 80 × 24 мм (4,9 × 3,1 × 0,94 дюйма)
Монтаж штатива	Да
Материал корпуса	<ul style="list-style-type: none"> Поликарбонат и пластик ABS, частично покрытый термопластичным эластомером Алюминий
Цвет	Черный и серый
Информация по транспортировке	
Упаковка, тип	Картонная коробка
Перечень содержимого	<ul style="list-style-type: none"> Инфракрасная камера Шнур Блок питания / зарядное устройство с вилками по стандартам ЕС, Великобритании, США, Китая и Австралии Печатная документация Точка монтажа штатива Карта учебного набора FLIR C2 с ссылками для загрузки FLIR Tools+, FLIR ResearchIR Standard (с указанным лицензионным ключом) и на образовательные ресурсы. Кабель USB
Вес упаковки	0,53 кг (1,17 фунта)
Размер упаковки	175 × 115 × 75 мм (6,9 × 4,5 × 3,0 дюйма)
EAN-13	4743254002067
UPC-12	845188011376
Страна-изготовитель	Эстония

Расходные материалы и принадлежности:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199012; FLIR ResearchIR Standard 4 (printed license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

www.tulon.ru

8.6 FLIR C3 (incl. Wi-Fi)

P/N: 72003-0303

Rev.: 41167

Данные по оптической системе и системе формирования изображения		
NETD	100 мК	
Поле зрения	41° × 31°	
Минимальное фокусное расстояние	<ul style="list-style-type: none"> Тепловое: 0,15 м (0,49 фута) MSX: 1,0 м (3,3 фута) 	
Фокусное расстояние	1,54 мм (0,061 дюйма)	
Пространственное разрешение (МПЗ)	11 мрад	
Диафрагма	1,1	
Частота смены кадров	9 Гц	
Фокус	С фиксированным фокусом	
Информация по детектору		
Матрица фокальной плоскости	Неохлаждаемый микроболومتر	
Спектральный диапазон	7,5...14 мкм	
Шаг детектора	17 мкм	
Размер ИК датчика	80 × 60	
Вывод изображения		
Дисплей (цветной)	<ul style="list-style-type: none"> 3,0 дюйма 320 × 240 пикселей 	
Дисплей, соотношение сторон	4:3	
Автоматическая ориентация	Да	
Сенсорный экран	Да, емкостного типа	
Настройка изображения (юстировка и калибровка)	Да	
Режимы вывода изображения		
Инфракрасное изображение	Да	
Визуальное изображение	Да	
MSX	Да	
Галерея	Да	
Картинка в картинке	ИК-область видимого изображения	
Измерение		
Диапазон температуры камеры	Температурный диапазон объектов	Точность — для температуры окружающего воздуха +25°C.
От -10 до +150°C	От -10 до +100°C	±2°C
	От +100 до +150°C	±2%
Анализ измерений		
Точка измерения	Вкл./Выкл.	
Область	Поле с макс./мин.	

Анализ измерений	
Учет коэффициента излучения	Да; матов./полуматов./полуглянц. + пользовательская настройка
Коррекция измерений	<ul style="list-style-type: none"> • Коэффициент излучения • Видимая отраженная температура
Настройка	
Цветовые палитры	<ul style="list-style-type: none"> • Железо • Радуга • Радуга (выс. контраст) • Серая
Команды настройки	Используемые единицы измерения, язык, формат даты и времени
Языки	Арабский, чешский, датский, нидерландский, английский, финский, французский, немецкий, греческий, венгерский, итальянский, японский, корейский, норвежский, польский, португальский, русский, упрощ. китайский, испанский, шведский, традиц. китайский, турецкий.
Лампа	
Выходная мощность	0,85 Вт
Поле зрения	60°
Функции обслуживания	
Обновление ПО камеры	Использование FLIR Tools
Хранение изображений	
Носитель информации	Внутренняя память по меньшей мере на 500 изображений
Формат файла изображения	<ul style="list-style-type: none"> • Стандартный JPEG • Включая 14 бит для данных измерений
Потоковая передача видео	
Потоковая передача нерадиометрического ИК видео	Да
Потоковая передача визуального видео	Да
Цифровая камера	
Цифровая камера	640 x 480 пикселей
Цифровая камера, метод фокусировки	Фиксированная фокусировка
Интерфейсы передачи данных	
Wi-Fi	Одноранговая (ad-hoc) сеть или сеть инфраструктуры
USB, тип разъема	USB Micro-B: обмен данными с ПК
USB, стандартный	USB 2.0
Беспроводные интерфейсы	
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> • Стандарт: 802.11 b/g/n • Диапазон частоты: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 2400 ... 2480 МГц ◦ 5150 ... 5260 МГц • Макс. выходная мощность: 15 дБм

Система питания	
Тип батарей	Литий-ионная аккумуляторная батарея
Напряжение аккумулятора	3,7 В
Время работы от аккумулятора	2 ч
Система зарядки	Заряжается внутри камеры
Время зарядки	1,5 ч
Работа от внешнего питания	<ul style="list-style-type: none"> • Адаптер AC. Вход: 90–260 В пер. тока. • Выход на камеру: 5 В
Управление электропитанием	Автоматическое выключение
Условия работы	
Диапазон рабочих температур	-10...+50°C (14...122°F)
Диапазон температуры хранения	-40...+70 °C (-40...158 °F)
Влажность (при эксплуатации и хранении)	Согласно стандарту IEC 60068-2-30/24 ч при относительной влажности 95 % в диапазоне температур от +25...+40 °C (+77...+104 °F) / 2 цикла
Относительная влажность	Относительная влажность 95 %, +25...+40 °C (+77...+104 °F) без конденсации
ЭМС	<ul style="list-style-type: none"> • WEEE 2012/19/EC • RoHS 2011/65/EC • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR часть 15 класс B
Радиочастотный спектр	<ul style="list-style-type: none"> • ETSI EN 300 328 • FCC 47 CSR часть 15 • RSS-247 бюллетень 1
Магнитные поля	EN 61000-4-8
Правила и нормы в отношении аккумуляторов	UL 1642
Класс защиты корпуса	Корпус камеры и объективы: IP 40 (IEC 60529)
Удар	25g (согласно IEC 60068-2-27)
Вибрация	2 g (согласно IEC 60068-2-6)
Падение	2 м (6,6 фута)
Физические характеристики	
Вес (вкл. аккумулятор)	0,13 кг (0,29 фунта)
Размер (Д × Ш × В)	125 × 80 × 24 мм (4,9 × 3,1 × 0,94 дюйма)
Монтаж штатива	Нет
Материал корпуса	<ul style="list-style-type: none"> • Поликарбонат и пластик ABS, частично покрытый термопластичным эластомером • Алюминий
Цвет	Черный и серый

Информация по транспортировке	
Упаковка, тип	Картонная коробка
Перечень содержимого	<ul style="list-style-type: none"> • Блок питания / зарядное устройство с вилками по стандартам ЕС, Великобритании, США, Китая и Австралии • Инфракрасная камера • Кабель USB • Печатная документация • Сумка • Точка монтажа штатива • Шнур
Вес упаковки	Подлежит определению
Размер упаковки	175 × 110 × 105 мм (6,9 × 4,3 × 4,1 дюйма)
EAN-13	4743254002845
UPC-12	845188014094
Страна-изготовитель	Эстония

Расходные материалы и принадлежности:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

www.tulon.ru

8.7 FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit

P/N: 72003-0404

Rev.: 41167

 ПРИМЕЧАНИЕ		
Право на приобретение данного продукта имеют только образовательные учреждения.		
Данные по оптической системе и системе формирования изображения		
NETD	100 мК	
Поле зрения	41° × 31°	
Минимальное фокусное расстояние	<ul style="list-style-type: none"> • Тепловое: 0,15 м (0,49 фута) • MSX: 1,0 м (3,3 фута) 	
Фокусное расстояние	1,54 мм (0,061 дюйма)	
Пространственное разрешение (МПЗ)	11 мрад	
Диафрагма	1,1	
Частота смены кадров	9 Гц	
Фокус	С фиксированным фокусом	
Информация по детектору		
Матрица фокальной плоскости	Неохлаждаемый микроболومتر	
Спектральный диапазон	7,5...14 мкм	
Шаг детектора	17 мкм	
Размер ИК датчика	80 × 60	
Вывод изображения		
Дисплей (цветной)	<ul style="list-style-type: none"> • 3,0 дюйма • 320 × 240 пикселей 	
Дисплей, соотношение сторон	4:3	
Автоматическая ориентация	Да	
Сенсорный экран	Да, емкостного типа	
Настройка изображения (юстировка и калибровка)	Да	
Режимы вывода изображения		
Инфракрасное изображение	Да	
Визуальное изображение	Да	
MSX	Да	
Галерея	Да	
Картинка в картинке	ИК-область видимого изображения	
Измерение		
Диапазон температуры камеры	Температурный диапазон объектов	Точность — для температуры окружающего воздуха +25°C.
От -10 до +150°C	От -10 до +100°C	±2°C
	От +100 до +150°C	±2%

Анализ измерений	
Точка измерения	Вкл./Выкл.
Область	Поле с макс./мин.
Учет коэффициента излучения	Да; матов./полуматов./полуглянц. + пользовательская настройка
Коррекция измерений	<ul style="list-style-type: none"> • Коэффициент излучения • Видимая отраженная температура
Настройка	
Цветовые палитры	<ul style="list-style-type: none"> • Железо • Радуга • Радуга (выс. контраст) • Серая
Команды настройки	Используемые единицы измерения, язык, формат даты и времени
Языки	Арабский, чешский, датский, нидерландский, английский, финский, французский, немецкий, греческий, венгерский, итальянский, японский, корейский, норвежский, польский, португальский, русский, упрощ. китайский, испанский, шведский, традиц. китайский, турецкий.
Лампа	
Выходная мощность	0,85 Вт
Поле зрения	60°
Функции обслуживания	
Обновление ПО камеры	Использование FLIR Tools
Хранение изображений	
Носитель информации	Внутренняя память по меньшей мере на 500 изображений
Формат файла изображения	<ul style="list-style-type: none"> • Стандартный JPEG • Включая 14 бит для данных измерений
Потоковая передача видео	
Потоковая передача нерадиометрического ИК видео	Да
Потоковая передача визуального видео	Да
Цифровая камера	
Цифровая камера	640 × 480 пикселей
Цифровая камера, метод фокусировки	Фиксированная фокусировка
Интерфейсы передачи данных	
Wi-Fi	Одноранговая (ad-hoc) сеть или сеть инфраструктуры
USB, тип разъема	USB Micro-B: обмен данными с ПК
USB, стандартный	USB 2.0

Беспроводные интерфейсы	
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> • Стандарт: 802.11 b/g/n • Диапазон частоты: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 2400 ... 2480 МГц ◦ 5150 ... 5260 МГц • Макс. выходная мощность: 15 дБм
Система питания	
Тип батарей	Литий-ионная аккумуляторная батарея
Напряжение аккумулятора	3,7 В
Время работы от аккумулятора	2 ч
Система зарядки	Заряжается внутри камеры
Время зарядки	1,5 ч
Работа от внешнего питания	<ul style="list-style-type: none"> • Адаптер AC. Вход: 90–260 В пер. тока. • Выход на камеру: 5 В
Управление электропитанием	Автоматическое выключение
Условия работы	
Диапазон рабочих температур	-10...+50°C (14...122°F)
Диапазон температуры хранения	-40...+70 °C (-40...158 °F)
Влажность (при эксплуатации и хранении)	Согласно стандарту IEC 60068-2-30/24 ч при относительной влажности 95 % в диапазоне температур от +25...+40 °C (+77...+104 °F) / 2 цикла
Относительная влажность	Относительная влажность 95 %, +25...+40 °C (+77...+104 °F) без конденсации
ЭМС	<ul style="list-style-type: none"> • WEEE 2012/19/EC • RoHS 2011/65/EC • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR часть 15 класс B
Радиочастотный спектр	<ul style="list-style-type: none"> • ETSI EN 300 328 • FCC 47 CSR часть 15 • RSS-247 бюллетень 1
Магнитные поля	EN 61000-4-8
Правила и нормы в отношении аккумуляторов	UL 1642
Класс защиты корпуса	Корпус камеры и объективы: IP 40 (IEC 60529)
Удар	25g (согласно IEC 60068-2-27)
Вибрация	2 g (согласно IEC 60068-2-6)
Падение	2 м (6,6 фута)
Физические характеристики	
Вес (вкл. аккумулятор)	0,13 кг (0,29 фунта)
Размер (Д × Ш × В)	125 × 80 × 24 мм (4,9 × 3,1 × 0,94 дюйма)
Монтаж штатива	Нет
Материал корпуса	<ul style="list-style-type: none"> • Поликарбонат и пластик ABS, частично покрытый термопластичным эластомером • Алюминий
Цвет	Черный и серый

Информация по транспортировке	
Упаковка, тип	Картонная коробка
Перечень содержимого	<ul style="list-style-type: none"> • Блок питания / зарядное устройство с вилками по стандартам ЕС, Великобритании, США, Китая и Австралии • Инфракрасная камера • Кабель USB • Карта учебного набора FLIR C3 с ссылками для загрузки FLIR Tools+, FLIR ResearchIR Standard (с указанным лицензионным ключом) и на образовательные ресурсы. • Печатная документация • Сумка • Точка монтажа штатива • Шнур
Вес упаковки	Подлежит определению
Размер упаковки	175 × 110 × 105 мм (6,9 × 4,3 × 4,1 дюйма)
EAN-13	4743254002852
UPC-12	845188014100
Страна-изготовитель	Эстония

Расходные материалы и принадлежности:

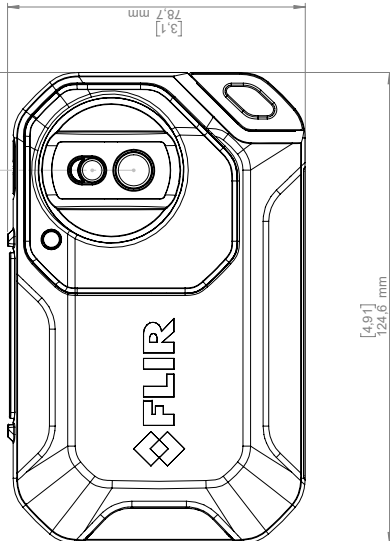
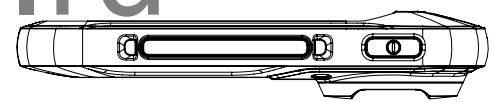
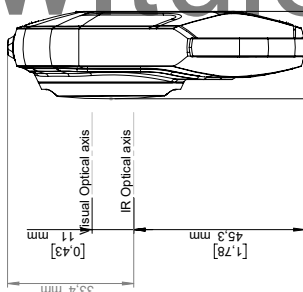
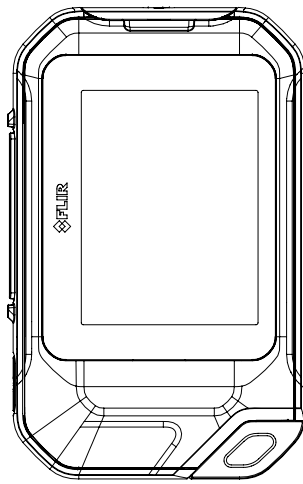
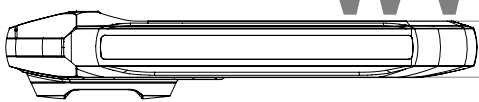
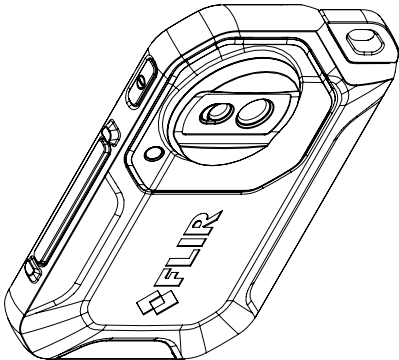
- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

www.flir.com.ru

[See next page]

www.tulon.ru

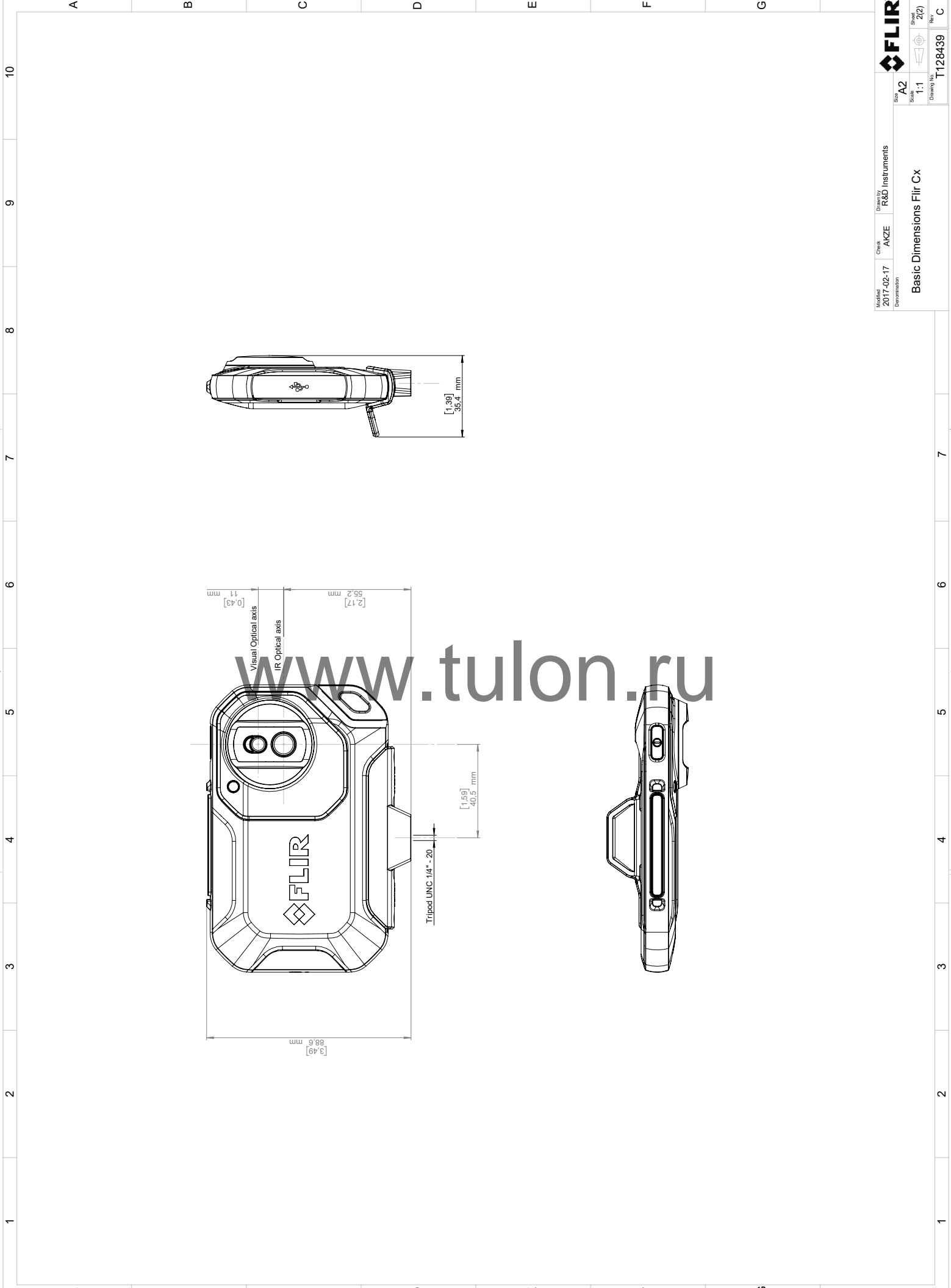
Camera with built-in IR lens f=1,54mm



www.tulon.ru

©2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Division contrary to US law is prohibited.

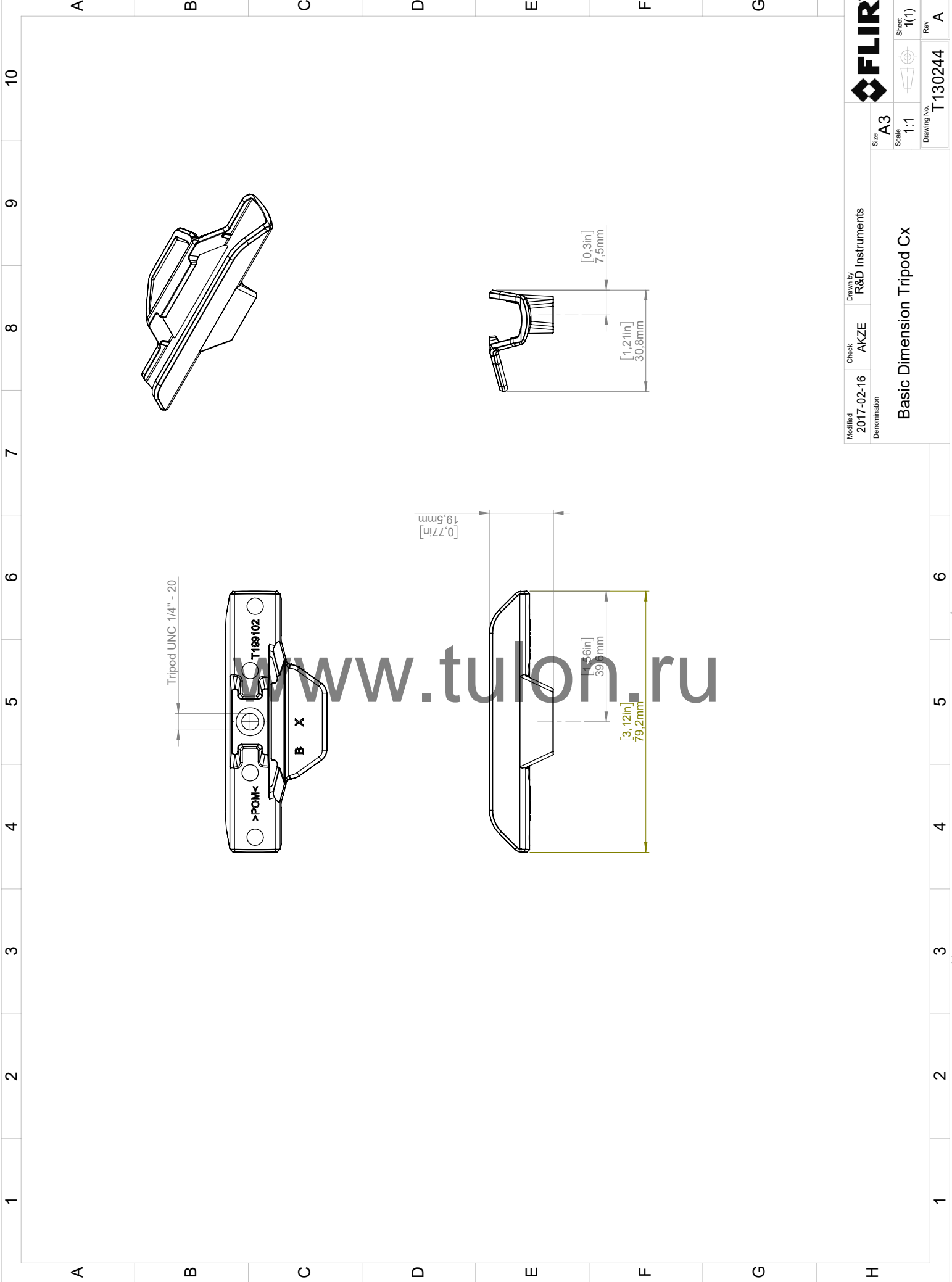
Modified 2017-02-17	Check AKZE	Drawn by R&D Thermography	Size A2	Sheet 1(2)
Denomination Basic Dimensions Flir Cx			Scale 1:1	Drawing No. T128439



www.tulon.ru

Modified 2017-02-17	Check AKZE	Drawn by R&D Instruments	Size A2
Denomination			Scale 1:1
			Sheet 2(2)
			Drawing No. T128439
			Rev. C

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.



Modified	Check	Drawn by	FLIR
2017-02-16	AKZE	R&D Instruments	
Denomination			
Basic Dimension Tripod Cx			Sheet
			1(1)
			Rev
			A
			Drawing No
			T130244
			Size
			A3
			Scale
			1:1

[См. следующую страницу]

www.tulon.ru



The World's Sixth Sense™

March 03, 2017 Täby, Sweden

AQ320226

CE Declaration of Conformity – EU Declaration of Conformity

Product: FLIR CX -series

Name and address of the manufacturer:

FLIR Systems AB

PO Box 7376

SE-187 15 Täby, Sweden

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

The object of the declaration: FLIR CX -series.

The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonisation legislation:

Directives:

Directive	2014/30/EU	Electromagnetic Compatibility
Directive	2012/19/EU	Waste electrical and electric equipment
Directive:	2011/65/EU	RoHS
Directive	1999/5/EC	Radio and Telecommunications Terminal Equipment

Standards:

Emission:	EN 61000-6-3:2007	Electromagnetic compatibility Emission
	EN 55022:2010/AC:2011	Information Tech Equipment Radio disturbance characteristics
Immunity:	EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility Immunity
	EN 55024:2010	Information Tech Equipment Immunity characteristics
Restricted substances (RoHS):	EN 50581:2012	Technical documentation
Radio:	ETSI EN 300 328	Harmonized EN covering essential requirements of the R&TTE Directive
	ETSI EN 301 893	

FLIR Systems AB

Quality Assurance

Lea Dabiri

Quality Manager

11.1 Корпус камеры, кабели и другие принадлежности

11.1.1 Чистящие жидкости

Рекомендуется использовать одну из следующих жидкостей:

- Теплая вода
- Слабый раствор моющего средства

11.1.2 Технические средства

Кусок мягкой ткани

11.1.3 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия.

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



CAUTION

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

11.2 Инфракрасный объектив

11.2.1 Чистящие жидкости

Рекомендуется использовать одну из следующих жидкостей:

- Имеющиеся в продаже жидкости для чистки оптики, содержащие более 30% изопропилового спирта.
- 96% этиловый спирт (C₂H₅OH).

11.2.2 Технические средства

Вата



ВНИМАНИЕ

Салфетка для очистки объектива должна быть сухой. Не используйте салфетку для очистки объектива с использованием жидкостей, указанных выше в разделе 11.2.1. Перечисленные жидкости могут размягчить салфетку для очистки объектива. Такой материал может привести к нежелательным изменениям поверхности линз.

11.2.3 Процедура

Выполните перечисленные ниже действия.

1. Намочите вату чистящей жидкостью.
2. Выжмите вату для удаления излишка жидкости.
3. Вытрите объектив одним движением и выберите вату.



WARNING

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

**CAUTION**

- 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.

www.tulon.ru

12.1 Повреждение при действии влажности и воды

12.1.1 Общее

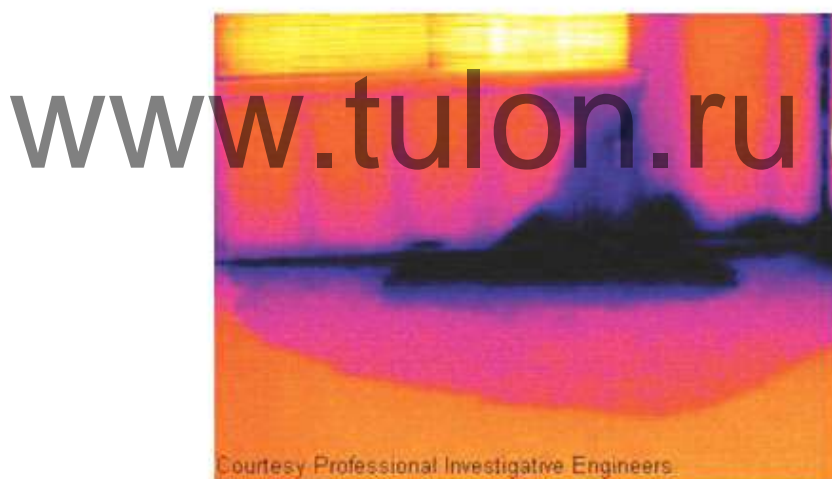
Часто с помощью инфракрасной камеры можно обнаружить просачивание влаги в доме. Отчасти это вызвано тем, что поврежденная область имеет иную теплопроводность, и отчасти из-за иной теплоемкости по сравнению с окружающим материалом.

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

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

12.1.2 Рисунок

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



12.2 Дефектный контакт в розетке

12.2.1 Общее

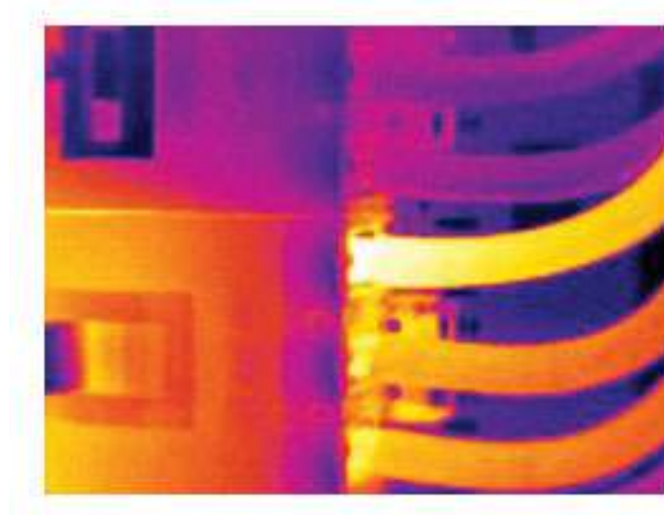
В зависимости от типа соединения в розетке неправильно присоединенный провод может привести к локальному повышению температуры. Такое повышение температуры вызывается уменьшением поверхности контакта между точкой соединения входящего провода и розеткой и может привести к пожару.

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

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

12.2.2 Рисунок

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



12.3 Окисление контактов розетки

12.3.1 Общее

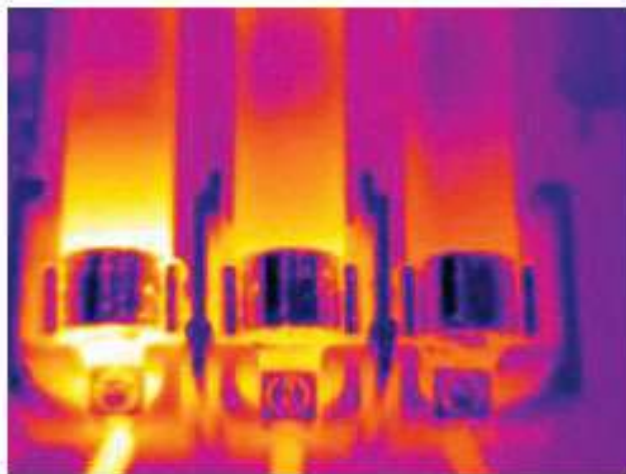
В зависимости от типа розетки и условий окружающей среды контактные поверхности розетки могут окисляться. Окислы могут привести к локальному повышению сопротивления при подключении к розетке нагрузки, что можно увидеть по локальному повышению температуры на инфракрасном изображении.

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

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

12.3.2 Рисунок

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



12.4 Дефекты теплоизоляции

12.4.1 Общее

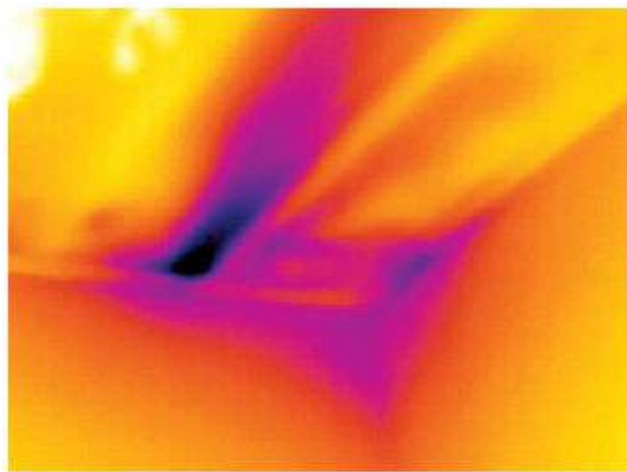
Дефекты изоляции могут возникнуть из-за потери объема изоляции с течением времени, вследствие чего полость в каркасной стене оказывается заполненной не полностью.

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

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

12.4.2 Рисунок

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



12.5 Сквозняк

12.5.1 Общее

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

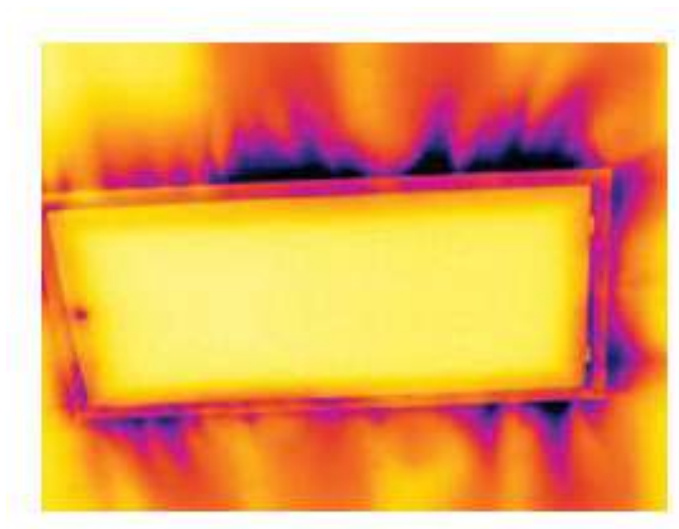
При выявлении сквозняков в доме необходимо создать давление ниже атмосферного. Перед созданием инфракрасных снимков закройте все двери, окна и вентиляционные отверстия и включите на некоторое время вытяжной вентилятор на кухне.

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

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

12.5.2 Рисунок

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



www.tulon.ru

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

С 2007 г. FLIR Systems приобрела несколько компаний, специализирующихся на производстве датчиков:

- Extech Instruments (2007)
- Ifara Tecnologias (2008)
- Salvador Imaging (2009)
- OmniTech Partners (2009)
- Directed Perception (2009)
- Raymarine (2010)
- ICx Technologies (2010)
- TackTick Marine Digital Instruments (2011)
- Aerius Photonics (2011)
- Lorex Technology (2012)
- Traficon (2012)
- MARSS (2013)
- DigitalOptics микрооптика (2013)
- DVTEL (2015)
- Point Grey Research (2016)
- Prox Dynamics (2016)

www.flir.com

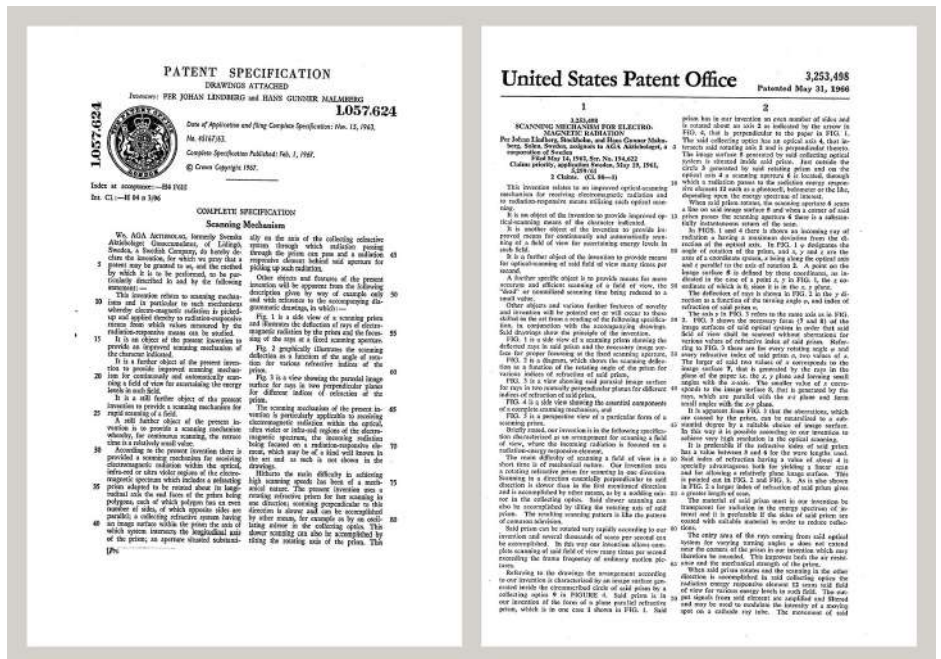


Figure 13.1 Патентные документы начала 1960-х годов

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 превосходим 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.



Figure 13.2 1969 г.: Thermovision модель 661. 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 на 10 л с жидким азотом. Слева от осциллографа находится фотоприставка Polaroid (6 кг).



Figure 13.3 2015 г.: FLIR One, вспомогательное устройство для мобильных телефонов с операционной системой iPhone и Android. Вес: 90 г. .

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

13.1 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.

13.2 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.

13.3 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.

www.tulon.ru

Термин	Определение
Видимая отраженная температура	видимая температура окружающей среды, отраженная от целевого объекта в тепловизионную камеру ²
Видимая температура	некорректированное значение прибора для измерения инфракрасного излучения, полученное с учетом всех тепловых излучений, принятых от разных источников ³
Выходное излучение	излучение, покидающее поверхность объекта, независимо от первоначальных источников излучения
Диагностика	изучение признаков и симптомов неисправности или поломки для определения ее причины ⁴
Изотерма	заменяет определенные цвета на шкале контрастными цветами. Обозначает область одинаковых температур ⁵
Инфракрасная термография	процесс сбора и анализа информации о температуре с помощью бесконтактных тепловизионных приборов
Качественная термография	термография, использующая анализ тепловых шаблонов для обнаружения и локализации отклонений ⁵
Количественная термография	термография, использующая результаты измерений температуры для установки класса важности того или иного отклонения и определения приоритетности ремонтных работ ⁵
Конвекция	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.
Коэффициент излучения	отношение мощности, излучаемой телами, к мощности, излучаемой черным телом, при одинаковой температуре и длине волны ²
Коэффициент теплопередачи ⁶	Коэффициент теплопередачи при установившихся условиях прямо пропорционален теплопроводности объекта, площади объекта, через который проходит тепло, и разности температур между двумя сторонами объекта. Это значение обратно пропорционально длине или толщине объекта. ⁷
Направление передачи теплоты ⁸	Теплота самопроизвольно передается от более нагретого тела к менее нагретому, таким образом происходит передача тепловой энергии из одного места в другое ⁹
Падающее излучение	излучение, попадающее на объект извне
Передача тепла излучением	Передача тепла путем эмиссии и поглощения теплового излучения
Поглощение и эмиссия ¹⁰	Возможность или способность объекта поглощать энергию падающего излучения всегда равнозначна его возможности излучать энергию.
Пространственное разрешение	способность инфракрасной камеры различать мелкие объекты и детали
Сохранение энергии ¹¹	Сумма энергий в замкнутой системе постоянна

2. Основано на стандарте ISO 16714-3:2016 (англ.).

3. Основано на стандарте ISO 18434-1:2008 (англ.).

4. Основано на стандарте ISO 13372:2004 (англ.).

5. Основано на стандарте ISO 10878-2013 (англ.).

6. Закон Фурье.

7. Это линейное выражение закона Фурье, которое справедливо для установившихся условий.

8. 2-й закон термодинамики.

9. Это утверждение является следствием 2-го закона термодинамики, а сам закон более сложен.

10. Закон теплового излучения Кирхгофа.

11. 1-й закон термодинамики.

Термин	Определение
Температура	физическая величина среднего значения кинетической энергии молекул и атомов, из которых состоит вещество
Тепловая настройка	процесс переноса цветов изображения на объект анализа для усиления контраста
Тепловая энергия	общая кинетическая энергия молекул, из которых состоит объект ¹²
Тепловой градиент	постепенное изменение температуры на единицу длины ¹³
Теплопроводность	непосредственный перенос тепловой энергии от молекуле к молекуле, который происходит в результате столкновений молекул
Теплота	тепловая энергия, которая переносится между двумя объектами (системами) в результате разности их температур.
Цветовая палитра	назначает различные цвета для обозначения определенного уровня видимой температуры. Палитры могут быть высоко- или низкоконтрастными в зависимости от используемых в них цветов

www.tulon.ru

12. Тепловая энергия является частью внутренней энергии объекта.

13. Основано на стандарте ISO 16714-3:2016 (англ.).

15.1 Введение

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.

15.2 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.

15.2.1 Определение значения коэффициента излучения образца

15.2.1.1 Шаг 1: определение видимой отраженной температуры

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

15.2.1.1.1 Метод 1: метод прямого измерения

Выполните перечисленные ниже действия:

1. Определите возможные источники отраженного излучения, учитывая, что угол падения = углу отражения ($a = b$).

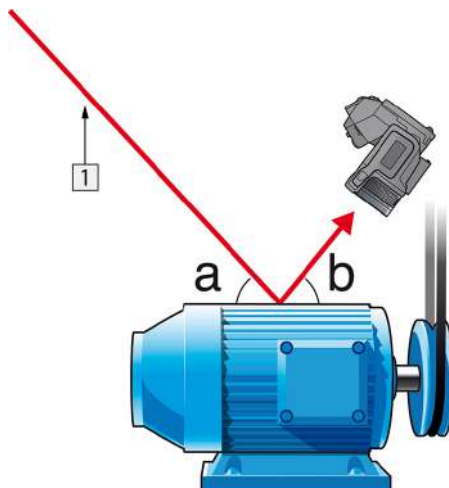


Figure 15.1 1 = источник отраженного излучения

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

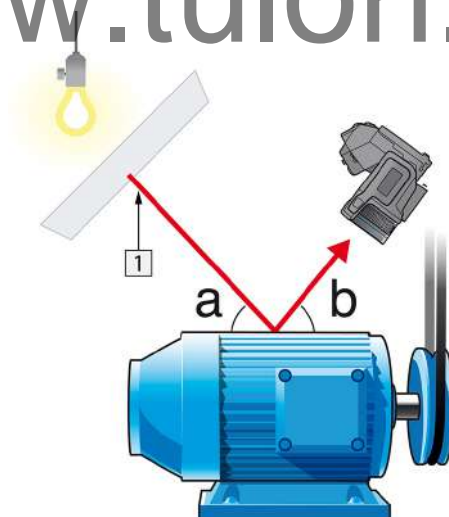


Figure 15.2 1 = источник отраженного излучения

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:

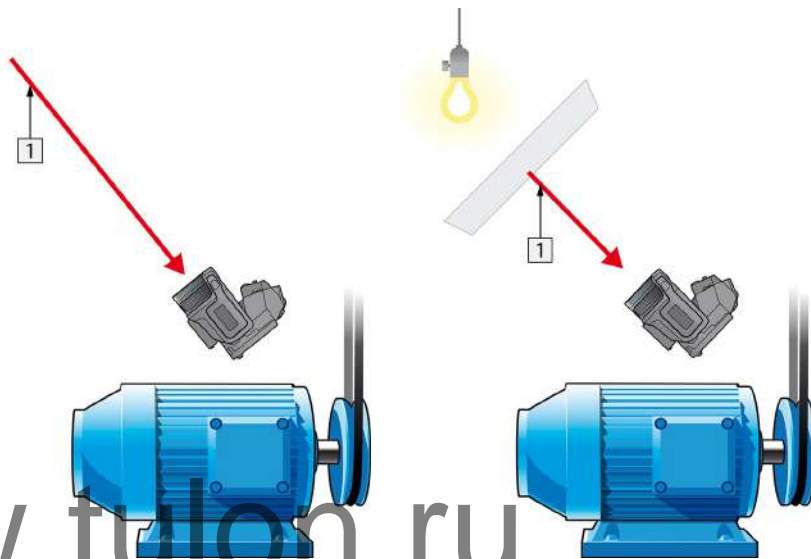


Figure 15.3 1 = источник отраженного излучения

Figure 15.4 1 = источник отраженного излучения

Нельзя использовать термопару для измерения видимой отраженной температуры, так как термопара измеряет *температуру*, а видимая температура представляет собой *интенсивность излучения*.

15.2.1.1.2 Метод 2: метод отражателя

Выполните перечисленные ниже действия:

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. Фольга считается идеальным отражателем, поэтому ее видимая температура равна отраженной видимой температуре окружающего пространства.

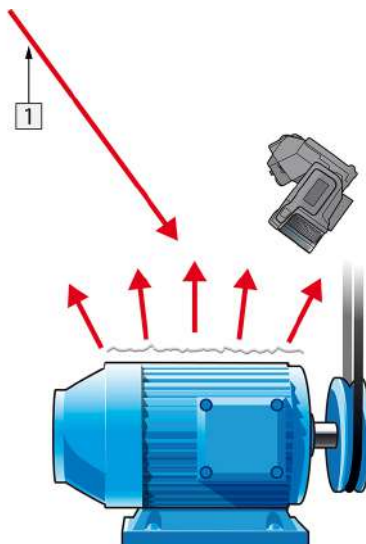


Figure 15.5 Измерение видимой температуры от алюминиевой фольги.

15.2.1.2 Шаг 2: определение коэффициента излучения

Выполните перечисленные ниже действия:

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:
 - *Изотерма* (позволяет определить как значение температуры, так и равномерность нагрева образца)
 - *Приц. тчк* (более простая процедура)
 - *Рамка Средн.* (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.

Note

- 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.

15.3 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.

15.4 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.

15.5 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%.

15.6 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

16.1 Введение

Калибровка тепловизионной камеры является предварительным требованием для измерения температуры. Калибровка устанавливает соотношение между входным сигналом и физической величиной, которую пользователь собирается измерить. Однако, несмотря на широкое распространение, термин «калибровка» часто неверно понимают и используют. Местные и национальные различия, а также особенности перевода вызывают дополнительные непонимания.

Неточная терминология может привести к сложностям взаимопонимания и ошибкам перевода и, как следствие, неправильным измерениям, которые могут повлечь за собой возникновение судебных тяжб.

16.2 Определение калибровки

Международное бюро мер и весов¹⁴ определяет *калибровку*¹⁵ следующим образом:

an operation that, under specified conditions, in a first step, establishes a relation between the quantity values with measurement uncertainties provided by measurement standards and corresponding indications with associated measurement uncertainties and, in a second step, uses this information to establish a relation for obtaining a measurement result from an indication.

Калибровка может выражаться в разных форматах: утверждение, функция, диаграмма,¹⁶ кривая калибровки¹⁷ или таблица.

Часто для определения калибровки используют только первый шаг приведенного выше определения. Но этого не всегда достаточно.

Принимая во внимание процедуру калибровки тепловизионной камеры, в первом шаге устанавливается зависимость между испускаемым излучением (значение параметра) и электрическим выходным сигналом (индикация). Этот шаг процедуры калибровки включает в себя получение гомогенной (или равномерной) чувствительности при размещении камеры перед источником радиации.

После того, как температура номинального источника испускаемого излучения будет известна, во втором шаге полученный выходной сигнал (индикация) можно связать с температурой номинального источника (результат измерений). Второй шаг включает в себя погрешность и компенсацию.

Калибровка тепловизионной камеры не выражается только посредством температуры. Тепловизионные камеры чувствительны к инфракрасному излучению: поэтому сначала вы получаете значение излучения, а затем зависимость между излучением и температурой. В болометрических камерах, используемых для бытовых целей, излучение не указывается. В таких камерах используется только значение температуры.

16.3 Калибровка камеры в компании FLIR Systems

Без предварительной калибровки инфракрасная камера не сможет выполнять измерения излучения и температуры. В компании FLIR Systems калибровка измерительных камер с неохлаждаемым микроболометром выполняется как на

14. <http://www.bipm.org/en/about-us/> [извлечено 2017-01-31.]

15. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/2.39.html> [извлечено 2017-01-31.]

16. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/4.30.html> [извлечено 31.01.2017.]

17. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/4.31.html> [извлечено 31.01.2017.]

этапе производства, так и на этапе обслуживания. Калибровка охлаждаемых камер с фотонным детектором часто выполняется самим пользователем с использованием специального программного обеспечения. Считается, что при наличии такого программного обеспечения пользователь может самостоятельно выполнить калибровку обычной неохлаждаемой тепловизионной камеры. Однако, поскольку в данном программном обеспечении отсутствует функция создания отчетов, оно не используется обычными пользователями. Устройства, не предназначенные для измерения, а используемые только для создания изображений, не требуют температурной калибровки. Иногда это отражается в терминологии, когда сравниваются тепловизионные и термографические камеры (последние также являются измерительными устройствами).

Информация о калибровке сохраняется в форме кривой, выраженной математической функцией, независимо от того, была ли калибровка выполнена компанией FLIR Systems или пользователем. Поскольку интенсивность излучения изменяется в зависимости от температуры и расстояния между объектом и камерой, для различных диапазонов температуры и сменных объективов генерируются различные кривые калибровки.

16.4 Различия между калибровкой, выполненной пользователем, и калибровкой, выполненной в компании FLIR Systems

Во-первых, номинальные источники, используемые компанией FLIR Systems, сами по себе проходят процедуру калибровки и отслеживаются. Это значит, что источники на каждом заводе FLIR Systems, выполняющем калибровку, контролируются независимым государственным органом. Подтверждением этого является сертификат калибровки камеры. Он свидетельствует не только о том, что компания FLIR Systems выполнила калибровку, но также и о том, что в процессе нее использовались номинальные источники. Некоторые пользователи также имеют доступ к аккредитованным номинальным источникам, но это лишь очень ограниченный круг людей.

Во-вторых, разница заключается в технических особенностях. При выполнении калибровки пользователем часто (но не всегда) отсутствует компенсация отклонений. Это означает, что в значениях не учитывается возможное изменение выходного сигнала камеры при варьировании ее внутренней температуры. Это приводит к еще большим неточностям в измерениях. Для настройки компенсации отклонений используются данные, полученные в камерах с регулируемым климатом. Во всех камерах FLIR Systems учитывается компенсация отклонений, как при первой поставке клиенту, так и при повторной калибровке в отделе технического обслуживания FLIR Systems.

16.5 Проверка калибровки и регулировка

Многие часто путают *калибровку с проверкой или регулировкой*. Действительно, калибровка является предварительным требованием для *проверки*, она свидетельствует о том, что были соблюдены специальные требования. Проверка является объективным доказательством того, что определенное устройство отвечает специальным требованиям. Для проведения проверки измеряются определенные температуры (испускаемое излучение) откалиброванного и подлежащего отслеживанию номинального источника. Результаты измерений, включая отклонения, вносятся в таблицу. В сертификате проверки указывается, что данные результаты измерений отвечают специальным требованиям. Иногда компании или организации предлагают сертификат проверки как «сертификат калибровки».

Надлежащую проверку, а также калибровку и/или повторную калибровку можно выполнить только при соблюдении действующего протокола. Этот процесс

включает в себя не только размещение камеры перед черным телом и проверку соответствия выходных сигналов камеры (например, температуры) значениям, указанным в таблице калибровки. Следует учитывать, что камера чувствительна не к температуре, а к излучению. Кроме того, камера — это система формирования *изображений*, а не просто датчик. Следовательно, если оптическая конфигурация, которая позволяет камере «собирать» излучение, работает неправильно или плохо отрегулирована, то «проверка» (как и калибровка и повторная калибровка) будет бесполезна.

Например, нам необходимо убедиться, что расстояние между черным телом и камерой, а также диаметр полости черного тела выбраны таким образом, что способны уменьшить рассеянное излучение и эффект «размера источника».

Обобщение: действительный протокол должен соответствовать законам физики относительно *излучения*, а не только температуры.

Калибровка также является предварительным требованием для *регулировки*. Это комплект операций, выполняемых для измерительной системы так, чтобы данная система обеспечивала индикацию, соответствующую значениям измеряемых параметров, которые обычно указываются в стандартах измерений. Проще говоря, регулировка — это действие, результатом которого являются правильные показания измерений на инструменте, которые отвечают техническим требованиям. В повседневной речи для измерительных устройств вместо термина «регулировка» используется термин «калибровка».

16.6 Коррекция неоднородности

Когда на дисплее тепловизионной камеры отображается «Калибровка...», это значит, что выполняется регулировка отклонений для каждого элемента датчика (пикселя). В термографии это называется «коррекцией неоднородности» (NUC). Это коррекция смещения, при неизменном уровне сигнала.

В европейском стандарте EN 16714-3, Non-destructive Testing—Thermographic Testing—Part 3: Terms and Definitions, коррекция неоднородности (NUC) определяется, как коррекция изображения, выполняемая программным обеспечением камеры, с целью компенсации разной степени чувствительности датчиков и других оптических и геометрических отклонений.

При проведении NUC (коррекции неоднородности) затвор (внутренний флажок) устанавливается на оптической траектории, а на все элементы детектора поступает одинаковое количество излучения, исходящего от затвора. Поэтому в идеальной ситуации выходной сигнал всех элементов был бы одинаковым. Однако каждый элемент имеет свою чувствительность, поэтому выходной сигнал неоднородный. Такое отклонение от идеального результата рассчитывается и используется для математической коррекции изображения, которая фактически является коррекцией отображаемого сигнала излучения. На некоторых камерах отсутствует внутренний флажок. В этом случае коррекцию неоднородности необходимо выполнить вручную с помощью специального программного обеспечения и внешнего однородного источника излучения.

NUC выполняется, например, при запуске, во время изменения диапазона измерений или при изменении температуры окружающей среды. На некоторых камерах коррекцию можно запустить вручную. Это необходимо, когда возникает необходимость выполнить критические измерения с наименьшим искажением изображения.

16.7 Регулировка теплового изображения (тепловая настройка)

Некоторые используют термин «калибровка изображения» для обозначения процесса регулировки тепловой контрастности и яркости изображения с целью улучшения видимости определенных деталей. Во время этого процесса температурный интервал устанавливается таким образом, чтобы можно было использовать все доступные цвета и показывать только (или главным образом) только температуры, характерные для определенного региона. Правильный термин для данного действия — «регулировка теплового изображения» или «тепловая настройка», а в некоторых языках «оптимизация теплового изображения». Для выполнения данной процедуры камеру необходимо установить в ручной режим, в противном случае она автоматически установит верхние и нижние предельные значения отображаемого температурного интервала в значения для участков с минимальной и максимальной температурой.

www.tulon.ru

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.



Figure 17.1 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.



Figure 17.2 Марцелио 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.



Figure 17.3 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 °C, а более поздние модели давали точность до 0,05 °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».



Figure 17.4 Сэмюэль П. Лэнгли (1834–1906 гг.)

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

Английский ученый Сэр Джеймс Дьюар первым ввел использование сжиженных газов в качестве охлаждающей среды (таких как жидкий азот с температурой -196°C) 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.

Между 1900 и 1920 годами ученые открыли инфракрасное излучение. С тех пор выпущено большое количество патентов на устройства обнаружения личного состава, артиллерии, воздушных судов, кораблей и даже айсбергов. Первые рабочие системы в современном смысле слова были разработаны во время Первой мировой войны, когда противники исследовали возможность использовать инфракрасное излучение для военных целей. В ходе этих программ создавались экспериментальные системы обнаружения противника, удаленного слежения по температуре, системы безопасной связи, а также системы наведения для «летающих торпед». Инфракрасная поисковая система того периода могла обнаружить приближающийся самолет на расстоянии 1,5 км, а человека - на расстоянии более 300 м.

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.

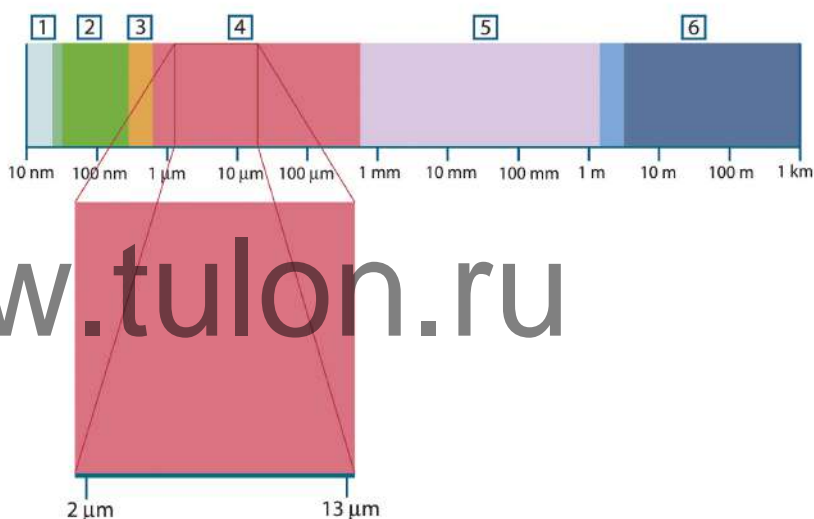
www.tulon.ru

18.1 Введение

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.

18.2 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.



www.tulon.ru

Figure 18.1 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:

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

18.3 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.



Figure 18.2 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.

18.3.1 Закон Планка



Figure 18.3 Макс Планк (1858–1947 гг.)

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

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

где

W_{λ}	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 (°К)
λ	длина волны (м).

Note Используется множитель 10^{-6} , так как спектральная излучательная способность в кривых выражена в Вт/м², мкм.

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.

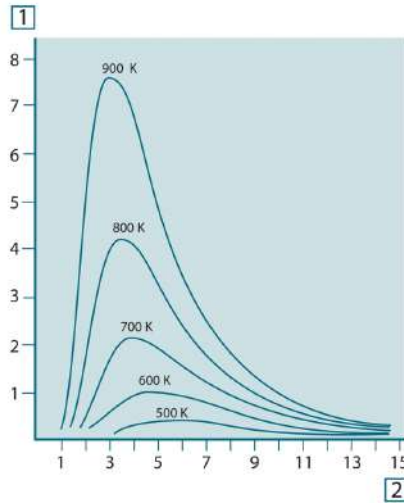


Figure 18.4 Кривые спектральной излучательной способности черного тела в соответствии с законом Планка, построенные для разных значений абсолютной температуры 1: Спектральная излучательная способность ($\text{Вт/см}^2 \times 10^3(\text{мкм})$); 2: Длина волны (мкм).

18.3.2 Закон смещения Вина

После дифференцирования формулы Планка по λ и нахождения максимума имеем:

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

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 (11000К), излучающей бело-голубой свет, достигает пика в невидимом ультрафиолетовом спектре на длине волны 0,27 мкм.



Figure 18.5 Вильгельм Вин (1864–1928 гг.)

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

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

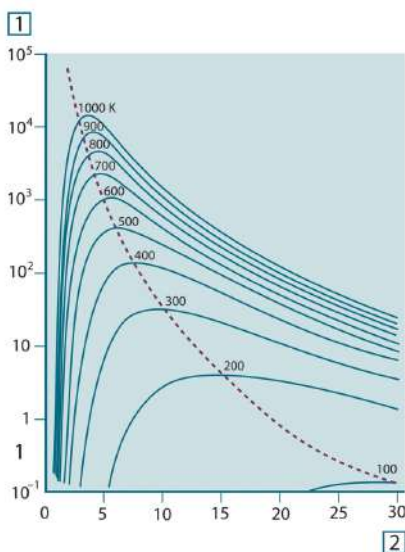


Figure 18.6 Кривые Планка, построенные в полулогарифмическом масштабе от 100 К до 1000 К. Пунктирная линия представляет геометрическое место точек максимума излучательной способности при каждой температуре согласно закону смещения Вина 1: Спектральная излучательная способность ($W/cm^2 \cdot \mu m$); 2: Длина волны (μm).

18.3.3 Закон Стефана-Больцмана

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

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

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



Figure 18.7 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.

18.3.4 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.

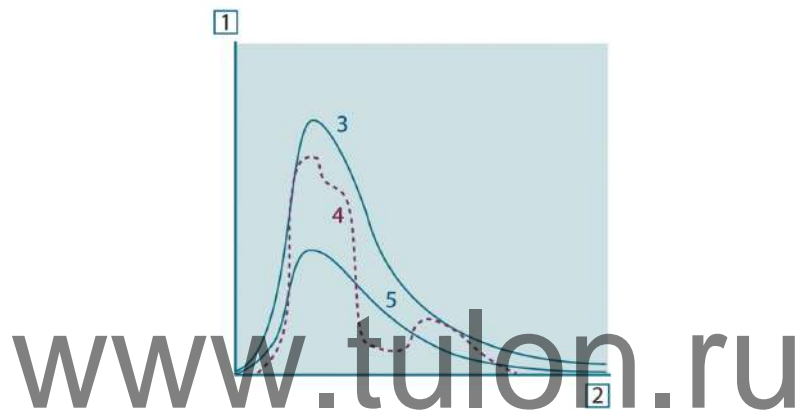


Figure 18.8 Спектральная излучательная способность трех типов излучателей 1: Спектральная излучательная способность; 2: Длина волны; 3: Черное тело; 4: Избирательный излучатель; 5: Серое тело.

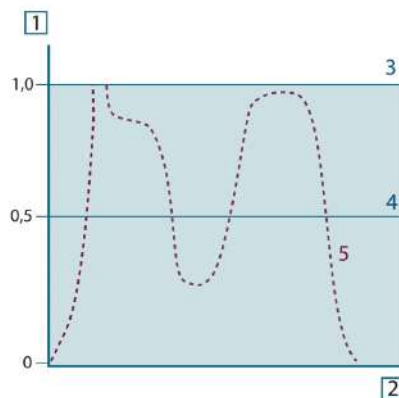


Figure 18.9 Спектральный коэффициент излучения трех типов излучателей 1: Спектральный коэффициент излучения; 2: Длина волны; 3: Черное тело; 4: Серое тело; 5: Избирательный излучатель.

18.4 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.

www.tulon.ru

Формула для обработки результатов измерений

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

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

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

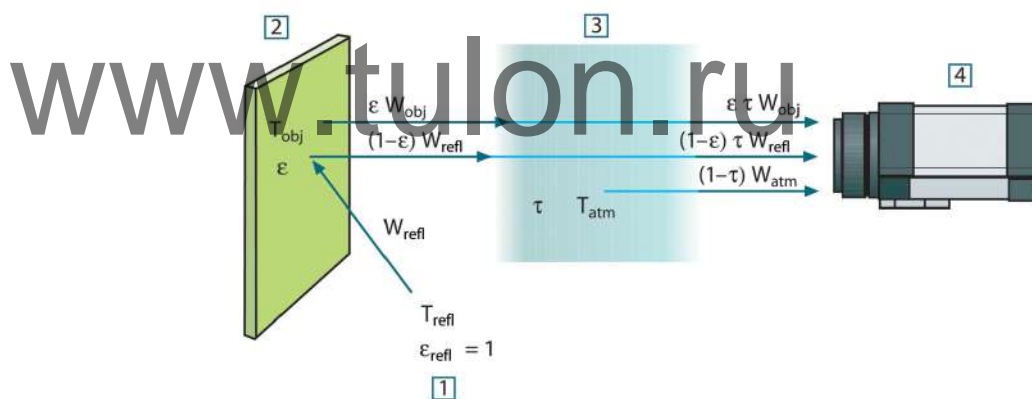


Figure 19.1 Схематическое представление ситуации при общих термографических измерениях: 1: Среда; 2: Объект; 3: Атмосфера; 4: Камера

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* = $\varepsilon\tau W_{obj}$, где ε является светимостью объекта, а τ является коэффициентом пропускания атмосферы. Температура объекта - T_{obj} .
2. *Отраженное излучение окружающих источников* = $(1 - \varepsilon)\tau W_{refl}$, где $(1 - \varepsilon)$ 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:

Table 19.1 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 усложняется.

В завершение мы должны рассмотреть вопрос о важности получения возможности использовать кривую калибровки выше наивысшей точки калибровки, что называется экстраполяцией. Предположим, что в определенном случае в результате измерения мы получаем $U_{\text{tot}} = 4,5$ 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. $U_{\text{obj}} = U_{\text{tot}}$, 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 $U_{\text{obj}} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$. Эта экстраполяция является довольно рискованной, особенно если учесть, что видеусилитель 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.

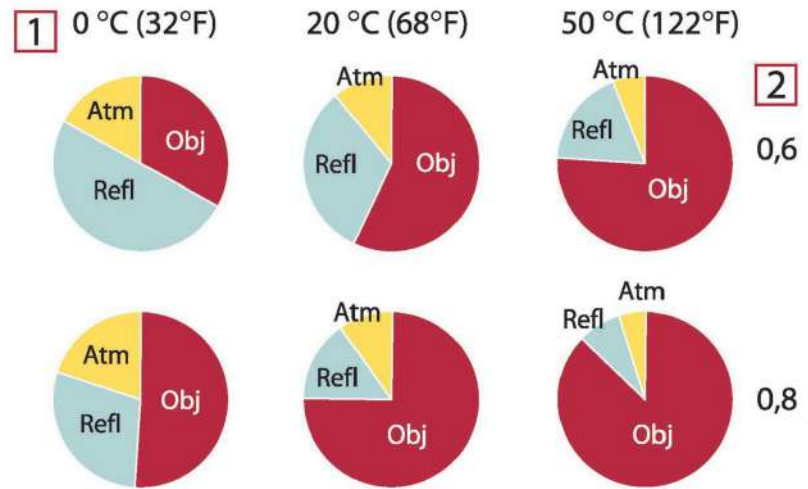


Figure 19.2 Относительные величины источников излучения при различных условиях измерений (SW-камера). 1: Температура объекта; 2: Светимость; Obj: Излучение объекта; Refl: Отраженное излучение; Atm: излучение атмосферы. Фиксированные параметры: $\tau = 0,88$; $T_{refl} = 20^\circ\text{C}$; $T_{atm} = 20^\circ\text{C}$.

www.tulon.ru

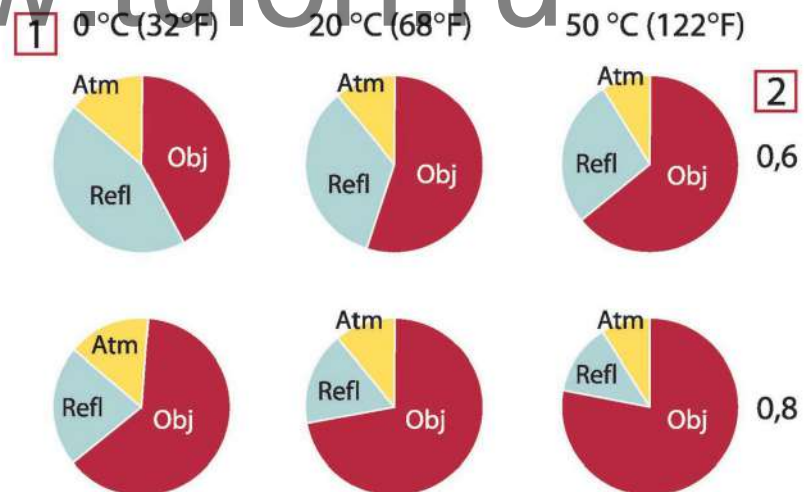


Figure 19.3 Относительные величины источников излучения при различных условиях измерений (LW-камера). 1: Температура объекта; 2: Светимость; Obj: Излучение объекта; Refl: Отраженное излучение; Atm: излучение атмосферы. Фиксированные параметры: $\tau = 0,88$; $T_{refl} = 20^\circ\text{C}$; $T_{atm} = 20^\circ\text{C}$.

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

20.1 Список литературы

1. Mikaél A. Bramson: *Infrared Radiation, A Handbook for Applications*, Plenum press, N.Y.
2. William L. Wolfe, George J. Zissis: *The Infrared Handbook*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3. Madding, R. P.: *Thermographic Instruments and systems*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4. William L. Wolfe: *Handbook of Military Infrared Technology*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5. Jones, Smith, Probert: *External thermography of buildings...*, Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6. Paljak, Pettersson: *Thermography of Buildings*, Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7. Vlcek, J: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5 \mu\text{m}$* . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8. Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Defence Documentation Center, AD 617 417.
9. Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10. Mattei, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between -36°C AND 82°C* .
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32.
13. ITC Technical publication 29.
14. Schuster, Norbert and Kolobrodov, Valentin G. *Infrarotthermographie*. Berlin: Wiley-VCH, 2000.

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

20.2 Таблицы

Table 20.1 Т: Полный спектр; SW: 2–5 мкм; LW: 8–14 мкм, LLW: 6,5–20 мкм; 1: Материал; 2: Описание; 3: Температура, °C; 4: Спектр; 5: Коэффициент излучения; 6: Ссылка на источник

1	2	3	4	5	6
Крылон сверх-гладкий, черный 1602	Гладкий, черный	Комнатная температура до 175	LW	≈ 0,96	12
Крылон сверх-гладкий, черный 1602	Гладкий, черный	Комнатная температура до 175	MW	≈ 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 лист	100	T	0,55	2

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Алюминий	анодированный, светло-серый, тусклый	70	SW	0,61	9
Алюминий	анодированный, светло-серый, тусклый	70	LW	0,97	9
Алюминий	анодированный, черный, тусклый	70	SW	0,67	9
Алюминий	анодированный, черный, тусклый	70	LW	0,95	9
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	SW	0,05-0,08	9
Алюминий	лист, 4 образца с царапинами различного вида	70	LW	0,03-0,06	9
Алюминий	напыленный в вакууме	20	T	0,04	2
Алюминий	обработанная начерно поверхность	27	10 мкм	0,18	3
Алюминий	обработанная начерно поверхность	27	3 мкм	0,28	3
Алюминий	отливка, пескоструйная очистка	70	SW	0,47	9
Алюминий	отливка, пескоструйная очистка	70	LW	0,46	9
Алюминий	погруженная в HNO ₃ , пластина	100	T	0,05	4
Алюминий	подвергшийся сильным атмосферным воздействиям	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	10 мкм	0,04	3
Алюминий	фольга	27	3 мкм	0,09	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

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Асбест	порошок		T	0,40-0,60	1
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	SW	0,08	9
Бронза	фосфористая бронза	70	LW	0,06	9
Бумага	4 различных цвета	70	SW	0,68-0,74	9
Бумага	4 различных цвета	70	LW	0,92-0,94	9
Бумага	белая документная	20	T	0,93	2
Бумага	белая, 3 различных глянца	70	SW	0,76-0,78	9
Бумага	белая, 3 различных глянца	70	LW	0,88-0,90	9
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
Бумага	темно-синяя		T	0,84	1
Бумага	черная		T	0,90	1
Бумага	черный, тусклый		T	0,94	1
Бумага	черный, тусклый	70	SW	0,86	9
Бумага	черный, тусклый	70	LW	0,89	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

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
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		1500-2200	T	0,24-0,31	1
Вольфрам		200	T	0,05	1
Вольфрам		600-1000	T	0,1-0,16	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	SW	0,95-0,97	9
Гранит	шероховатый, 4 различных образца	70	LW	0,77-0,87	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	SW	0,67-0,75	9
Древесина	сосна, 4 различных образца	70	LW	0,81-0,89	9
Древесина	строганая доска из дуба	20	T	0,90	2
Древесина	строганая доска из дуба	70	SW	0,77	9
Древесина	строганая доска из дуба	70	LW	0,88	9
Древесина	строганный пиломатериал	20	T	0,8-0,9	1
Древесина	фанера, гладкая, сухая	36	SW	0,82	7

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Древесина	фанера, необработанная	20	SW	0,83	6
Древесноволокнистая плита	древесностружечная плита	70	SW	0,77	9
Древесноволокнистая плита	древесностружечная плита	70	LW	0,89	9
Древесноволокнистая плита	мазонит	70	SW	0,75	9
Древесноволокнистая плита	мазонит	70	LW	0,88	9
Древесноволокнистая плита	пористая, необработанная	20	SW	0,85	6
Древесноволокнистая плита	твердая, необработанная	20	SW	0,85	6
Железо и сталь	блестящий оксидный слой, лист	20	T	0,82	1
Железо и сталь	горячекатаная	130	T	0,60	1
Железо и сталь	горячекатаная	20	T	0,77	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	4
Железо и сталь	окисленная	100	T	0,74	1
Железо и сталь	окисленная	1227	T	0,89	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	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	с сильной ржавчиной	17	SW	0,96	5
Железо и сталь	свежкатаная	20	T	0,24	1

Table 20.1 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 (continued)

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	холоднокатная	70	SW	0,20	9
Железо и сталь	холоднокатная	70	LW	0,09	9
Железо и сталь	шероховатая плоская поверхность	50	T	0,95-0,98	1
Железо и сталь	электролитическая	100	T	0,05	4
Железо и сталь	электролитическая	22	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	SW	0,64	9
Железо оцинкованное	сильно окисленное	70	LW	0,85	9
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, неглазурированный, шероховатый	1000	T	0,80	1
Кирпич	Динасовый огнеупор	1000	T	0,66	1

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Кирпич	Динасовый огнеупор, глазурованный, шероховатый	1100	T	0,85	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	1000	T	0,75	1
Кирпич	огнеупорная глина	1200	T	0,59	1
Кирпич	огнеупорная глина	20	T	0,85	1
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	SW	0,88-0,96	9
Краска	8 различных цветов и различного качества	70	LW	0,92-0,94	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

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
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
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	SW	0,50-0,53	9
Лак	3-цветное распыление на алюминий	70	LW	0,92-0,94	9
Лак	Алюминий на шероховатой поверхности	20	T	0,4	1
Лак	бакелит	80	T	0,83	1
Лак	белый	100	T	0,92	2
Лак	белый	40-100	T	0,8-0,95	1
Лак	на паркетном полу из дуба	70	SW	0,90	9
Лак	на паркетном полу из дуба	70	LW	0,90-0,93	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
Латунь	листовая, катаная	20	T	0,06	1
Латунь	листовая, обработанная наждаком	20	T	0,2	1

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Латунь	обработанная наждаком с зернистостью 80	20	Т	0,20	2
Латунь	окисленная	100	Т	0,61	2
Латунь	окисленная	70	SW	0,04-0,09	9
Латунь	окисленная	70	LW	0,03-0,07	9
Латунь	окисленная при 600°С	200-600	Т	0,59-0,61	1
Латунь	отполированная до зеркального блеска	100	Т	0,03	2
Латунь	полированный	200	Т	0,03	1
Латунь	тусклая, матированная	20-350	Т	0,22	1
Лед: см, Вода					
Луженое железо	лист	24	Т	0,064	4
Магний		22	Т	0,07	4
Магний		260	Т	0,13	4
Магний		588	Т	0,18	4
Магний	полированный	20	Т	0,07	2
Масло смазочное	0,025-мм пленка	20	Т	0,27	2
Масло смазочное	0,050-мм пленка	20	Т	0,46	2
Масло смазочное	0,125-мм пленка	20	Т	0,72	2
Масло смазочное	пленка на Ni-подложке: только Ni-подложка	20	Т	0,05	2
Масло смазочное	толстый слой	20	Т	0,82	2
Медь	механически отполированная	22	Т	0,015	4
Медь	окисленная	50	Т	0,6-0,7	1
Медь	окисленная до черного цвета		Т	0,88	1
Медь	окисленная, черная	27	Т	0,78	4
Медь	полированная, технически чистая	27	Т	0,03	4
Медь	полированный	50-100	Т	0,02	1
Медь	полированный	100	Т	0,03	2
Медь	расплавленная	1100-1300	Т	0,13-0,15	1
Медь	сильно окисленная	20	Т	0,78	2
Медь	технически чистая, полированная	20	Т	0,07	1

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
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		1500-2200	T	0,19-0,26	1
Молибден		600-1000	T	0,08-0,13	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	SW	0,30	9
Нержавеющая сталь	лист, необработанный, слегка поцарапанный	70	LW	0,28	9
Нержавеющая сталь	лист, полированный	70	SW	0,18	9
Нержавеющая сталь	лист, полированный	70	LW	0,14	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	1227	T	0,85	4
Никель	окисленная	200	T	0,37	2
Никель	окисленная	227	T	0,37	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

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Никель	чистый матированный	122	T	0,041	4
Никель	электролитическая	22	T	0,04	4
Никель	электролитическая	260	T	0,07	4
Никель	электролитическая	38	T	0,06	4
Никель	электролитическая	538	T	0,10	4
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
Никель	электроосажденный, полированный	20	T	0,05	2
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
Оконное стекло (полированное листовое стекло)	без покрытия	20	LW	0,97	14
Оксид алюминия	активированный, порошок		T	0,46	1
Оксид алюминия	беспримесный, порошок (глинозем)		T	0,16	1
Оксид меди	красного цвета, порошок		T	0,70	1
Оксид никеля		1000-1250	T	0,75-0,86	1
Оксид никеля		500-650	T	0,52-0,59	1

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Олово	луженое листовое железо	100	T	0,07	2
Олово	отполированное	20-50	T	0,04-0,06	1
Пенопласт	изоляция	37	SW	0,60	7
Песок			T	0,60	1
Песок		20	T	0,90	2
Песчаник	полированный	19	LLW	0,909	8
Песчаник	шероховатый	19	LLW	0,935	8
Пластик	поливинилхлорид, пластиковый пол, тусклый, структурированный	70	SW	0,94	9
Пластик	поливинилхлорид, пластиковый пол, тусклый, структурированный	70	LW	0,93	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	SW	0,94	9
Пластик	стеклотекстолит (печатная плита)	70	LW	0,91	9
Платина		100	T	0,05	4
Платина		1000-1500	T	0,14-0,18	1
Платина		1094	T	0,18	4
Платина		17	T	0,016	4
Платина		22	T	0,03	4
Платина		260	T	0,06	4
Платина		538	T	0,10	4
Платина	лента	900-1100	T	0,12-0,17	1
Платина	провод	1400	T	0,18	1
Платина	провод	50-200	T	0,06-0,07	1
Платина	провод	500-1000	T	0,10-0,16	1
Платина	чистая, полированная	200-600	T	0,05-0,10	1
Плита из прессованных опилок	необработанная	20	SW	0,90	6
Порошок магния			T	0,86	1
Почва	насыщенная водой	20	T	0,95	2
Почва	сухой	20	T	0,92	2

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
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, серый	20	T	0,28	1
Свинец	окисленный, серый	22	T	0,28	4
Свинцовый сурик		100	T	0,93	4
Свинцовый сурик, порошок		100	T	0,93	1
Серебро	полированный	100	T	0,03	2
Серебро	чистая, полированная	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 изоляционная лента (несколько цветов)	80	LW	≈ 0,96	13
Тип 3М, 88	Черная виниловая изоляционная лента	105	LW	≈ 0,96	13
Тип 3М, 88	Черная виниловая изоляционная лента	105	MW	< 0,96	13
Тип 3М, Super 33 +	Черная виниловая изоляционная лента	80	LW	≈ 0,96	13
Титан	окисленная при 540°C	1000	T	0,60	1
Титан	окисленная при 540°C	200	T	0,40	1
Титан	окисленная при 540°C	500	T	0,50	1
Титан	полированный	1000	T	0,36	1
Титан	полированный	200	T	0,15	1
Титан	полированный	500	T	0,20	1
Углерод	графит, поверхность, обработанная напильником	20	T	0,98	2

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Углерод	графитовый порошок		T	0,97	1
Углерод	ламповая копоть	20-400	T	0,95-0,97	1
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	100	T	0,64	2
Чугун	окисленная	260	T	0,66	4
Чугун	окисленная	38	T	0,63	4
Чугун	окисленная	538	T	0,76	4
Чугун	окисленная при 600°C	200-600	T	0,64-0,78	1
Чугун	полированный	200	T	0,21	1
Чугун	полированный	38	T	0,21	4
Чугун	полированный	40	T	0,21	2
Шлак	котла	0-100	T	0,97-0,93	1
Шлак	котла	1400-1800	T	0,69-0,67	1
Шлак	котла	200-500	T	0,89-0,78	1
Шлак	котла	600-1200	T	0,76-0,70	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

Table 20.1 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 (continued)

1	2	3	4	5	6
Эбонит			Т	0,89	1
Эмаль		20	Т	0,9	1
Эмаль	лак	20	Т	0,85-0,95	1

www.tulon.ru