

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ФОКУСИРОВКА В ТЕПЛОВИЗОРАХ – РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ FLUKE

А.Бардаков alexander.bardakov@fluke.com

Одна из ключевых проблем, с которой сталкиваются термографисты при работе с приборами, – точная фокусировка в ИК-диапазоне. Фокусировка – основной параметр, определяющий качество изображения и точность результатов измерений, полученных с помощью тепловизоров. Компания Fluke разработала для своих тепловизоров специальные технологии, позволяющие значительно повысить точность фокусировки. Рассмотрим, что представляют собой эти технологии.

Одна из фирменных технологий компании Fluke для улучшения фокусировки – IR-Fusion. Она основана на одновременной регистрации тепловизионного и обычного видимого изображений с их последующим наложением. Однако при объединении изображений существенную проблему представляет параллакс, то есть расстояние  $q$  между каналом, работающим в видимом диапазоне, и тепловизионным каналом (рис.1). Для больших дистанций параллаксом можно пренебречь, но на небольших расстояниях, типичных при использовании тепловизоров для диагностики промышленного оборудования и зданий, параллакс требует коррекции.

Технология IR-Fusion позволяет объединить два изображения с почти идеальной коррекцией параллакса. Причем с помощью IR-Fusion объединение тепловизионного и видимого изображений выполняется в реальном масштабе времени. Инфракрасный канал и канал в видимой области спектра размещаются максимально близко один к другому, а оптическая ось визуального канала ориентирована параллельно оптической оси инфракрасного канала в вертикальной плоскости.

Исправление параллакса выполняется с помощью электроники и встроенных программных средств. В результате применения технологии IR-Fusion точность фокусировки в ИК-диапазоне значительно повышается (рис.2).

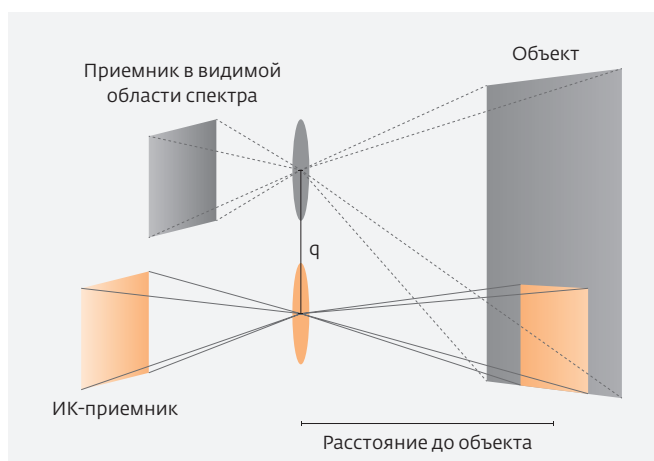


Рис.1. Взаимное расположение ИК и видимого каналов при использовании системы IR-Fusion

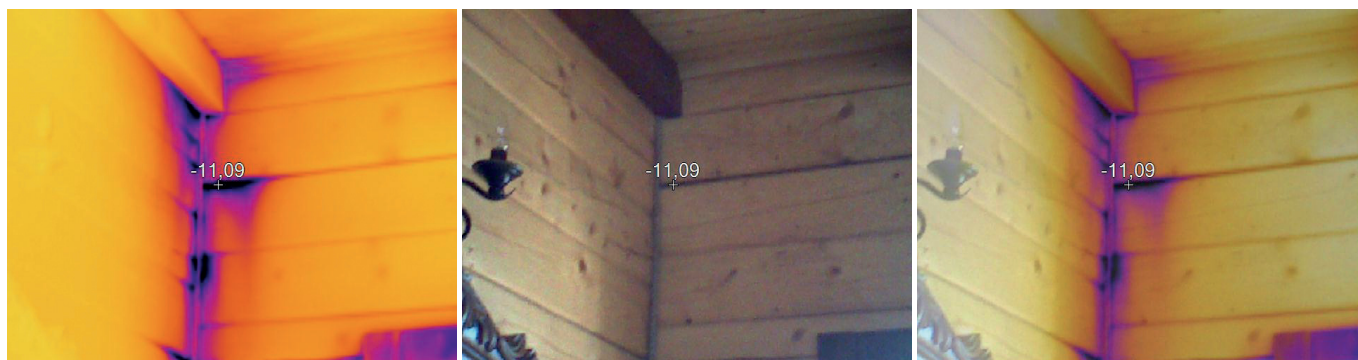


Рис.2. ИК (а), видимое (б) и объединенное (в) изображения одного и того же участка

Однако в ряде случаев даже возможностей технологии IR-Fusion оказывается недостаточно. Так, в 2011 году компания Fluke проводила конкурс тепловизионных изображений. Для участия в нем пользователи прислали 146 термограмм, из них 57 – с плохой фокусировкой. Получилось, что, несмотря на применение технологии IR-Fusion, количество ошибок, связанных с неточной фокусировкой, может достигать 39%!

Дополнительным решением проблемы фокусировки может быть система LaserSharp, разработанная для серии тепловизоров Fluke Ti400/Ti300/Ti200 (рис.3, 4). В ней используется измерение дистанции до объекта с помощью встроенного лазерного дальномера и затем фокусировка ИК-системы на соответствующее расстояние. При этом данная система сохраняет возможность

ручной фокусировки, которая традиционно применялась в тепловизорах Fluke. При использовании системы LaserSharp достаточно навести лазерный указатель на объект, на котором фокусируется тепловизор, и изображение получается фактически мгновенно.

Технология LaserSharp помогает решить еще одну проблему. Большинство тепловизоров оснащены системой автоматической фокусировки, основанной на использовании теплового контраста. Такие системы часто фокусируются на объектах, расположенных на переднем плане (рис.5). В результате интересующий оператора объект, находящийся на заднем

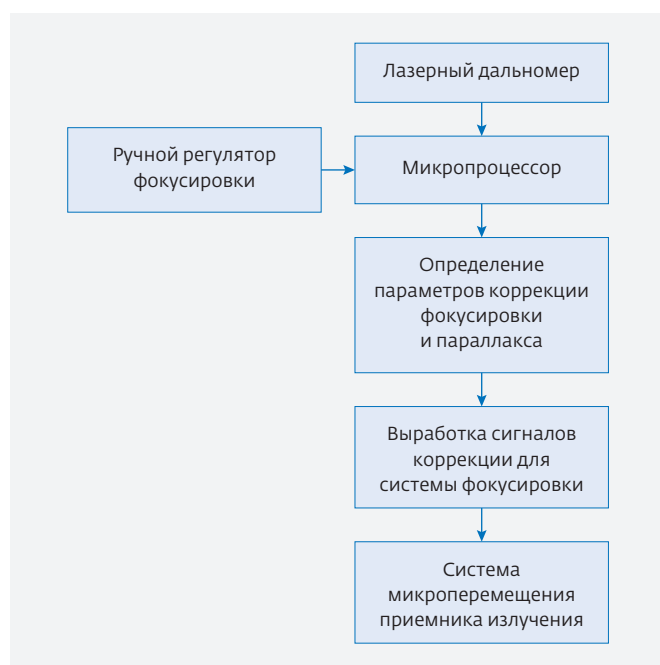
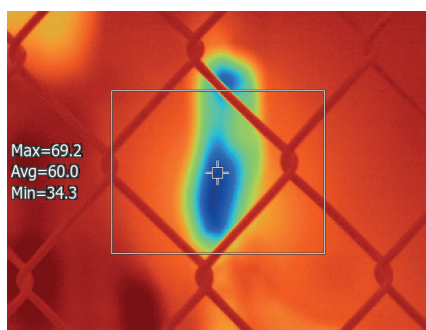


Рис.3. Блок-схема работы системы фокусировки LaserSharp

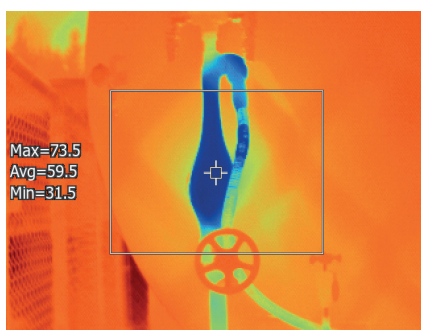


Рис.4. Работа с системой фокусировки LaserSharp



**Рис.5.** Пример изображения, сфокусированного на объект, который находится на переднем плане

плane, получается расфокусированным, что приводит не только к значительному ухудшению качества изображения, но и к большим погрешностям при определении температуры таких объектов. Для фокусировки на нужном объекте приходится прибегать к ручной



**Рис.6.** Фокусировка с помощью системы LaserSharp на объект, находящийся на заднем плане

ния технологии объединения тепловизионного и видимого изображений IR-Fusion, даже когда нет четких контуров для совмещения видимого и теплового изображения, а также позволяет избежать ошибок фокусировки при наличии объектов на переднем плане. ●

или повторной фокусировке, что, в свою очередь, увеличивает время получения изображения. В результате работы системы LaserSharp можно практически в любых условиях быстро получить точную фокусировку даже на объекте, находящемся на заднем плане (рис.6).

Таким образом, система LaserSharp обеспечивает точную фокусировку практически в любых рабочих условиях, ускоряет работу оператора за счет уменьшения количества ошибок фокусировки, повышает эффективность использова-