

Термометрия против пандемии —



методы и предложения

Пандемия COVID-19 заставила существенно пересмотреть методы контроля распространения инфекций, особенно за пределами больниц. Одним из способов выявления потенциальных носителей вируса является массовый термометрический контроль, но эффективен ли он и какие решения для его обеспечения доступны на рынке Украины?

*Ни чума нас не взяла, ни СПИД не выкосил.
Мы в ответ сливаем в реки керосин.
А природа вновь выдумывает вирусы.
Мы снова мрем, но гадим из последних сил.*

Тимур Шаов «Чему нас жизнь учит»

Плоды научно-технической революции середины прошлого века, которые мы пожинаем до сих пор, помимо очевидных преимуществ, породили и весьма неожиданный недостаток. Стремительный материальный прогресс во всех сферах современной жизни дал, особенно людям в развитых странах, ощущение ложной защищенности. Фантастические технологии, прогрессивная медицина, мощные экономические программы — все это и многое другое должно было сделать человека неуязвимым перед силами природы, включая массовые заболевания. Всего сто лет назад — совсем недавно по меркам истории — смертельным вихрем пронесся по Европе «испанский грипп», настоящая «чума XX века». Казалось бы, миллионы умерших и сотни миллионов переболевших — это достаточный повод, чтобы учесть ошибки прошлых лет и подготовиться к новой эпидемии. Но вместо этого человечество, как обычно, пришло к выводу, что «в следующий раз все будет иначе». На этом фоне даже удивительно,

что новая пандемия не разразилась раньше.

Теперь, после того как COVID-19 обнаружен во всех без исключения странах, правительства и глобальные организации в срочном порядке разрабатывают меры противодействия. Кроме сугубо медицинских вопросов (что и как лечить) не меньшей важностью обладают и санитарные аспекты, препятствующие распространению заразы в мировых и национальных масштабах. Важнейший вопрос заключается в том, как выявить носителя коронавируса на самом раннем этапе болезни. Четкого ответа на этот вопрос нет до сих пор. Но одним из распространенных методов ранней диагностики является измерение температуры тела. В Китае, как сообщают официальные источники, термометрический контроль (в сочетании с целым комплексом иных мер) позволил в некоторой степени сдержать рост числа заболевших. О достоинствах и недостатках массового измерения температуры мы

поговорим ниже. Для начала лишь отметим, что такой подход есть, он признан и широко применяется, даже в нашей стране. Но как измерить температуру большого количества людей за приемлемое время, особенно в случае их массового скопления? Для этой цели служат специальные технические решения — дорогие и не очень, о которых мы и поговорим более детально.

Ручной контроль

Измерение температуры тела — обычный и знакомый каждому процесс. С раннего детства мы знаем классический ртутный градусник, а те, кто родился уже в новом тысячелетии — электронный термометр. Но такие измерители имеют существенные недостатки: во-первых, они сугубо индивидуальны (либо требуют дезинфекции после каждого использования), а во-вторых, время замера составляет несколько минут. При этом очевидно, что средства массового контроля температуры должны быть

бесконтактными, а также обеспечить высокую скорость и минимальную погрешность измерений.

Приборы, отвечающие подобным критериям, есть, и делятся они на две обширные категории: **инфракрасные термометры** (они же пирометры) и **тепловизоры**. Каждая из этих категорий разбивается еще на две группы — ручные и стационарные устройства. Бесконтактные ИК-термометры — это самый недорогой вид приборов для температурного контроля (рис. 1). Сегодня, даже с учетом невероятно взлетевших цен, стоимость такого устройства находится в диапазоне \$100 (до пандемии она была в несколько раз ниже).



Рис. 1. Ручной бесконтактный ИК-термометр (пирометр) «пистолетного» типа

Принцип действия здесь основан на измерении амплитуды электромагнитного излучения объекта в инфракрасной части спектра и последующем автоматическом переводе полученного значения в мощность теплового излучения. Пирометр направляет на измеряемое тело тепловой луч, который после отражения от поверхности объекта, фокусируется оптической системой и попадает на первичный датчик-преобразователь, на выходе которого формируется электрический сигнал. Мощность этого сигнала пропорциональна значению температуры поверхности, на которой осуществляется измерение. Далее специальный вычислитель по определенным формулам пересчитывает

полученное значение и преобразует его в градусы Цельсия. Что и отображается на внешнем дисплее в качестве результата замера.

Пирометры известны давно. Они успешно применяются во многих сферах — промышленности, электроэнергетике — и позволяют бесконтактно вычислять температуру различных объектов в интервале от -50 до $+4000$ °C на дистанциях до нескольких десятков метров. Особенность устройств, выпускаемых для медицинских целей, состоит не только в «человеческих» диапазонах измерений ($30-45$ °C), но и в том, что формулы расчета учитывают коэффициент отражения излучения, характерный для поверхности кожи человека (для различных материалов этот показатель существенно отличается, что влияет на точность измерений).

С помощью качественного ИК-термометра можно почти мгновенно (менее чем за секунду) определять температуру открытого участка тела человека с точностью до десятых долей градуса на расстоянии до нескольких метров. Преимуществом является и то, что такими устройствами можно быстро оснастить различные стационарные посты — в приграничных пунктах пропуска, аэропортах, вокзалах, ТРЦ и любых других объектах. Это классическое «коробочное» решение, не требующее длительной установки/настройки и обучения персонала.

Существенным недостатком использования такого устройства является то, что к нему должен «прилагаться» живой оператор и, к тому же, за один раз можно измерять температуру только одного человека. Это накладывает ограничения на сферу использования. Даже если установить термометр на штативе (есть и такие решения), все равно за его работой обязан постоянно следить оператор, а люди должны проходить контроль, выстраиваясь гуськом.

Что касается точности измерения, то для идеальных условий погрешность профессиональных моделей не превышает $0,1$ °C. Но здесь может сбить с толку лазерный указатель — многие ошибочно полагают, что он-то как

раз и определяет точку измерения, однако это не вполне так. Датчик термометра имеет определенный коэффициент рассеяния, который является одной из характеристик прибора. Для задач термометрического контроля обычно используются модели, где данное соотношение составляет 12:1. Это означает, что на расстоянии 1 метр радиус пятна замера составит $(100/12)$ более 8 см. К тому же лазерный целеуказатель обычно смещен от центра пятна измерения на несколько сантиметров. В итоге область разброса может быть довольно большой, и прибор может измерить температуру, скажем, маски или очков. Поэтому желательно, чтобы расстояние от лица до пирометра не превышало 50 см. Но тут же возникает вопрос соблюдения т.н. «социальной дистанции» (и, соответственно, безопасности самого оператора), которая, согласно рекомендациям ВОЗ, должна быть не менее 1,5 м, а это как раз вытянутая рука, длина самого прибора и еще полметра — предельная дальность для эффективного измерения.

Особым вариантом термометрического контроля без визуальной детекции является арочный сканер (рис. 2).



Рис. 2. Арочный металлодетектор, дополнительно оснащенный встроенным термометром

По сути это обычная рамка-металлодетектор, которую видели все, кто хоть

раз проходил предпосадочный контроль в аэропорту, оснащенная встроенным бесконтактным ИК-термометром. Подобная система может выполнять сразу две функции — находить металл и определять температуру тела, либо только что-то одно, в зависимости от задачи (скажем, на входе в магазин или торговый центр металлодетекция, возможно, и не нужна). Все это весьма удобно в условиях большого потока людей, но такая система, естественно, дороже, чем ручной пирометр, да и установить ее можно не везде.

Новая роль тепловизоров

Гораздо более интересным, технологически совершенным и дорогим средством термометрического контроля являются тепловизоры. Они тоже бывают ручными (рис. 3), поставляемыми, как и вышеупомянутые пирометры, по «коробочному» принципу. Но с точки зрения проектного бизнеса гораздо интереснее стационарные системы на основе тепловизионных камер видеонаблюдения.



Рис. 3. Ручной тепловизор FLIR E53 для контроля температуры тела

С технической точки зрения тепловизионная камера — прекрасное и совершенное решение, обладающее массой преимуществ перед оптическими моделями. Но очень высокая цена таких устройств — в десятки раз больше, чем у оптических камер — сдерживает их широкое распространение. Конечно, стоимость их постепенно снижается, характеристики улучшаются, но особенности изготовления, технологии и материалы, которые применяются для производства тепловизоров, не позволяют надеяться на то, что их цена изменится радикально в ближайшие годы.

В этом отношении пандемия оказала стимулирующее влияние на рынок, и многие производители камер (даже те, которые тепловизоры никогда ранее не продавали) начали наперебой предлагать свои решения для санитарных целей, а именно — для бесконтактного измерения температуры тела в местах массового присутствия людей. Только беглый обзор интернет-источников позволил насчитать более семидесяти компаний, позиционирующих свои устройства для упомянутой цели (одни разрабатывают их самостоятельно, другие используют OEM-модели под собственными брендами). Оценить глобальный рост объемов продаж пока не представляется возможным, но учитывая активизацию рынка, можно предположить, что к концу года он ощутимо вырастет.

Ранее, в статье «Тепловизоры для СВН: увидеть сквозь тьму» («СИБ» №2, 2017), мы детально разбирали состав и устройство подобных систем. Здесь лишь напомним, что наиболее распространенные на рынке модели для регистрации инфракрасного излучения используют детекторы на основе неохлаждаемых болометрических сенсоров и германиевые линзы (хотя имеются и другие технологии, на которых мы здесь не будем акцентировать внимание).

Основным элементом сенсора является высокочувствительная полупроводниковая пластинка (на основе термисторов), изменяющая характеристики электрического сопротивления при малейших колебаниях собственной температуры. Последняя, в свою очередь, зависит от количества инфракрасного излучения, падающего на поверхность датчика. В одной камере может быть несколько

термочувствительных элементов — чем их больше, тем выше детализация изображения и стоимость прибора. Максимальное разрешение тепловизоров СВН для большинства серийных моделей, как правило, не превышает 640×512 пикс., но этого более чем достаточно в рассматриваемом нами классе задач.

С одной стороны, для задач определения температуры тела этого более чем достаточно, но с другой — если обнаружен человек с превышением пороговых значений, его надо выявить и по возможности идентифицировать. Здесь уже нужна обычная оптика, желательно не ниже FullHD. Поэтому для решения задачи используются т.н. биспектральные системы, сочетающие в одном корпусе тепловизор и обычную камеру (рис. 4).



Рис. 4. Биспектральная система Mobotix M16 Thermal, сочетающая в одном корпусе тепловизор и оптическую камеру высокого разрешения

Особенностью биспектральной камеры является то, что она способна динамически совмещать в одной сцене термометрическое и оптическое изображение, накладывая их одно на другое (рис. 5). Эту задачу выполняет специальное ПО. Конечно, можно

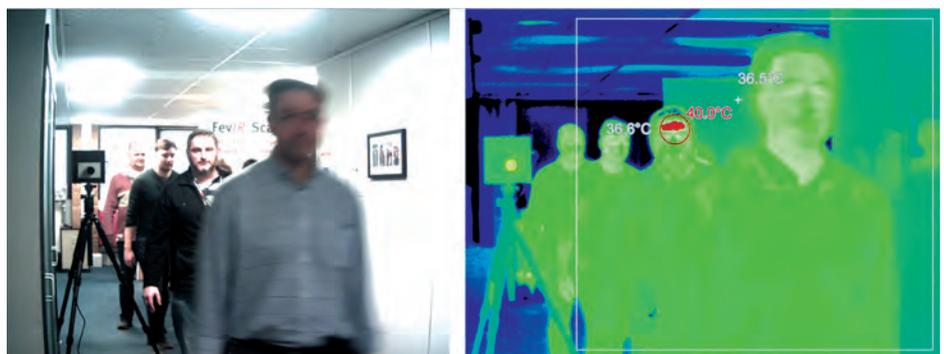


Рис. 5. Совмещение термометрического и оптического изображений биспектральной камеры

взять две отдельные камеры — обычную и тепловизионную (и даже обеспечить совмещение изображений от них), но биспектральные модели — уже готовое и отработанное решение.

В системах охранного видеонаблюдения измерение температуры объектов не является обязательной функцией тепловизоров, но для других задач, например, в производстве или системах защиты от огня, эта возможность активно применяется. Поэтому нет ничего сложного в том, чтобы настроить тепловизор на задачу измерения температуры тела человека, которую современные модели измеряют с точностью до 0,3–0,5 °С за доли секунды (охватывая при этом сразу до нескольких десятков людей).

Но здесь имеется несколько нюансов, обусловленных особенностями задачи.

Главное — софт

Термометрическая система для дистанционного контроля температуры человеческого тела — это всегда комплексное решение. Одним тепловизором и даже биспектральной камерой здесь не обойтись, они — всего лишь оптические приборы. Ключевую роль играет специальное аналитическое ПО, которое, собственно, и определяет эффективность процесса. Что должна уметь такая программа? Во-первых, безошибочно находить в толпе или окружающем пространстве лица и определять температуру только для них, исключая окружающие предметы (например, если человек идет, держа в руке стаканчик с горячим чаем).

Во-вторых, надо определить не только лицо, но и выделить на нем определенные участки — лоб, область глаз и рта, производя измерения и вычисления для каждого из них. Это позволяет эффективно определить температуру тела, даже если часть лица скрыта медицинской маской, очками, головным убором. Кстати, как считается, наиболее точные показания дают замеры, произведенные в области слезных каналов в уголках глаз (этот метод использует, например, FLIR). Так что система аналитики должна распознавать детали лица с очень высокой точностью.

В третьих, все это надо выполнять очень быстро — для десятков объектов в поле зрения камеры, и выдавать уведомление оператору в случае выявления температурных аномалий. Также возможна функция идентификации лиц, для этого потребуется использование соответствующих баз данных.

Точность измерений — неочевидные нюансы для тепловизоров

Особо подчеркнем, что на момент написания статьи (апрель 2020 года) не было ни одного открытого источника, где научным методом подтверждалась бы эффективность применения тепловизоров для выявления повышенной температуры человека. Не удалось найти также каких-либо результатов серьезных тестов, проведенных признанными международными некоммерческими организациями.

Все что есть — это данные самих производителей и ряд публикаций на их основе. Сведения, представленные на профессиональных сайтах, например, ipvm.com, говорят о том, что данные от производителей, так сказать, слишком идеализированы и слабо согласуются с результатами реальных испытаний. Объективной общепринятой методики тестирования нет, равно как нет и мировых стандартов для проверки точности тепловизионных измерений.

Но даже идеально настроенное устройство может показать совершенно различные результаты в разных условиях — точность измерения сильно зависит от того, насколько далеко от объектива находится человек, стоит он либо движется (и в каком направлении), много ли людей в кадре и т.д. Да и само понятие температурной нормы — вопрос весьма неоднозначный. Пресловутые 36,6 °С — это некий средний показатель популяции (к тому же, измеренный во рту или ректально), индивидуальные значения могут сильно колебаться в зависимости от возраста, пола, времени суток, наличия хронических заболеваний или даже сиюминутных переживаний. Разброс оказывается весьма значительным.

Кроме того, необходимо учитывать погрешность измерения. В общем случае для большинства моделей она составляет 0,5 °С. Это значит, что если, скажем, температура тела человека 37,3–37,4 °С (что является тревожным симптомом), то прибор вполне может показать 36,8–36,9 °С (на границе допустимых значений). Повысить точность можно разными способами, например, путем применения специального устройства-калибратора, которое еще называют «модель абсолютно черного тела» (рис. 6).



Рис. 6. Калибратор для тепловизора — модель абсолютно черного тела позволяет снизить погрешность при измерении температуры тела до 0,3 °С

Модель АЧТ устанавливается напротив объектива (так, чтобы он попадал в верхний угол обзора) на расстоянии около метра и по нему тепловизор осуществляет калибровку. Но, во-первых, это дополнительное оборудование, которое тоже стоит денег и усложняет решение, а во-вторых, даже таким способом точность измерения нельзя поднять выше 0,3 °С. Кое-где можно услышать, что тот или иной тепловизор обеспечивает погрешность на уровне 0,1 °С, но это некий маркетинговый трюк. Действительно, температурное разрешение калибратора составляет одну десятую градуса Цельсия, но при этом погрешность достигает 0,2 °С, что суммарно и обеспечивает упомянутый предел точности в 0,3 °С. Использование АЧТ требует соблюдения определенных правил, например, для получения точных измерений оно должно быть установлено в той же плоскости, что и лицо, подвергаемое проверке. Черное тело, которое находится значительно ближе или дальше от объектива, будет не в фокусе и не сможет служить точным эталоном для калибровки. Поскольку АЧТ должно постоянно находиться в поле зрения

камеры, это существенно усложняет процесс обследования людей, которые перемещаются, например, сидя в инвалидной коляске, и их лицо находится ниже поля зрения камеры.

Есть и другие нюансы, которые приводят к тому, что некоторые компании предлагают иные подходы для повышения точности измерений температуры тела человека без использования модели АЧТ. Например, американский производитель FLIR — лидер мирового рынка тепловизоров — реализовал в своих устройствах режим «скрининга» (Screening mode), использующий в качестве эталона не статические, а динамические показатели. В этом случае аппарат вначале настраивается путем измерения температуры десяти человек на месте осуществления контроля и вычисляет на основании полученных данных средний показатель, который берется в качестве базовой величины. Затем оператор устанавливает пороговые значения

(скажем, отклонение на +1 °С), и если оно выявлено — срабатывает сигнал тревоги. Подход привлекает своей гибкостью, поскольку может учитывать колебания, вызванные изменением параметров окружающей среды, временем суток и т.д. Для максимальной корректности измерений калибровку рекомендуется осуществлять несколько раз в течение дня, она может производиться как вручную, так и автоматически.

Тем не менее тепловизоры не являются медицинскими приборами, поэтому на основе их измерений нельзя делать какие-либо официальные выводы, например, учитывать показания при постановке диагноза. Они лишь позволяют выявить потенциальных носителей инфекции, которых в случае подозрения необходимо подвергнуть более тщательному обследованию — как минимум измерить температуру с помощью сертифицированного термометра.

Но и здесь не все так просто. Если мы говорим именно о COVID-19, то по данным ВОЗ, далеко не во всех случаях у инфицированных вирусом наблюдается повышенная температура — часто болезнь протекает в скрытой форме. Даже в тяжелых случаях инкубационный период может достигать двух недель и более, в течение этого времени человек остается бессимптомным носителем, заражая всех вокруг. К тому же никакая система контроля не поможет, если человек, даже тяжело больной, принял накануне сильное жаропонижающее средство.

Учитывая эти моменты, эффективность термометрического контроля для противодействия распространению коронавируса вызывает сомнения. В то же время метод может оказаться очень эффективным, например, при сезонном гриппе, но такая задача пока не ставится.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ДЕЗИНФЕКЦИИ — ОПЫТ ГОНКОНГА

Тепловизионные решения для контроля температуры тела стремительно набирают популярность во многих развитых странах. Так, в США система, разработанная компанией Infrared Cameras Inc., проходит испытания в международных аэропортах Даллеса (Вашингтон) и Тампа. FeviR Scan оснащает термометрическими системами на основе тепловизоров транспортные узлы Великобритании (во время пандемии бизнес компании вырос сразу на 30%). Министерство обороны США использует тепловизионные камеры для скрининга посетителей своих учреждений. Не отстают и круизные компании — Aida, Carnival, Costa устанавливают тепловизионные камеры для проверки пассажиров и экипажей. Проверяют сотрудников на предмет повышенной температуры американские гиганты General Motors Co., Tyson Foods и другие.

Но примером комплексного подхода к сдерживанию COVID-19 может служить Международный аэропорт Гонконга (HKIA), где используются не только термометрические тепловизоры, но и целый ряд других высокотехнологичных решений. Во-первых, на территории HKIA все поверхности, с которыми активно контактируют люди (дверные

ручки, поручни, терминалы самообслуживания и т.д.), обрабатываются специальным дезинфектором, который держится и сохраняет свои свойства длительное время. Во-вторых, сейчас проходят испытания автономных роботов-санитаров — они будут курсировать по терминалам и дезинфицировать буквально все — полы, вертикальные поверхности и даже воздух.

Еще одним элементом защиты станут «санитарные киоски» CLeanTech, представляющие собой небольшую камеру, войдя в которую, человек подвергается воздействию комплексом дезинфицирующих средств, среди которых — химический санитайзер, фотокаталитический очиститель воздуха, а также особая технология, использующая т.н. «наноиглы», способные проникать за клеточную мембрану вредоносных микроорганизмов и разрушать их внутреннюю структуру. Полная обработка одежды и открытых участков тела занимает 40 секунд. В первую очередь CLeanTech предназначен для дезинфекции сотрудников аэропорта, но не исключено, что подобные системы могут быть применены в будущем и для пассажиров.



Робот-санитар в Международном аэропорту Гонконга



Камера CLeanTech проводит полную дезинфекцию человека всего за 40 секунд

Рекомендации по установке оборудования

Если по тем или иным причинам решение об использовании термометрического контроля с помощью тепловизоров все же принято, то при установке оборудования следует учитывать ряд важных моментов, существенно влияющих на точность измерений. Первый состоит в том, что любое термометрическое оборудование, особенно тепловизоры, должно применяться только внутри помещений. Камера, установленная снаружи здания или даже у входа, будет давать ощутимую погрешность в измерениях, хотя бы за счет того, что поверхность кожи человека, находящегося на улице, как правило, несколько холоднее реальной температуры тела — за счет естественного локального охлаждения наружным воздухом. Особенно это ощущается в холодное время года.

Поэтому разработчики (например Hikvision) отдельно указывают, что перед проведением измерения человек должен находиться в помещении не менее пяти минут. Уже одно это существенно ограничивает сферу применения подобных устройств. Если, скажем, в аэропорту данное требование выполнить реально, то при входе в ТРЦ или концертный зал — вряд ли. Но даже если камера установлена в здании, желательно, чтобы температура воздуха там была в диапазоне 10–35 °С при отсутствии активной циркуляции. Также рекомендуется избегать размещения камеры рядом с очень холодными или, напротив, сильно нагретыми объектами (обогреватели, кондиционеры, другое мощное электрооборудование).

Хотя многие производители декларируют для своих термометрических тепловизоров возможность одновременного измерения температуры для десятков лиц, все же наиболее точные показатели достигаются только в том случае, когда люди двигаются по одному друг за другом. Поэтому рекомендуется организовать узкий проходной коридор, поставить ограничители или турникет.



**AV-ПРО - эксклюзивный партнер
Orgal в Украине по решениям
для дистанционного
измерения температуры**

 www.av-pro.com.ua   **AV-PRO**

Также есть требования по высоте установки камеры — оптимально, чтобы объектив был расположен примерно на уровне лица. Для устройства на штативе это 1,5–1,7 метра, а для навесной камеры — не более 2,5 м, чтобы угол наклона не превышал 20°. Вместе с тем надо учитывать, что самая высокая точность измерения у большинства моделей достигается на расстояниях 1–2 метра до объекта (подобные рекомендации дают, например, такие лидеры рынка, как Hikvision и FLIR). Несмотря на то что некоторые производители декларируют эффективность на гораздо больших дистанциях (вплоть до 10 м), все же это больше похоже на маркетинговую ход, ведь по мере удаления от объектива вероятность корректного измерения температуры тела человека ощутимо снижается.

Для оптической камеры с модулем видеоаналитики необходимо также обеспечить достаточное освещение и отсутствие мощных источников

контрольного света (засветок). Это позволит достичь максимальной степени распознавания лиц.

Разные, но похожие

Решений для бесконтактного измерения температуры на рынке предостаточно. Обычные ручные пирометры мы здесь рассматривать не будем, уделив основное внимание более сложным и интересным системам на основе тепловизоров. Все решения подобного рода имеют немало общих черт, обусловленных особенностями выполняемой задачи. В общем случае в комплект входит биспектральная камера, штатив для установки (либо крепление для монтажа на стену), сетевой видеорегистратор и монитор (вместо них может быть использован портативный ПК, коммутатор, пакет аналитического ПО, аксессуары (кабели, адаптеры), опционально — калибратор. Такого комплекта хватает для контроля одной точки прохода.

Камеры, которые используются в составе решений, тоже обладают большим количеством сходных черт. Например, тепловизионный модуль зачастую имеет относительно невысокое разрешение — для систем индивидуального контроля достаточно 80×64, если требуется охват группы — 320×240 и больше. Учитывая близкие расстояния измерения, более высокая детализация не требуется. Диапазон регистрируемых температур находится в пределах 30–45 °С с учетом погрешности на уровне 0,3–0,5 °С.

В то же время разрешение оптического модуля обычно находится в диапазоне 2–4 Мп, что обусловлено применением ПО для распознавания лиц, которое требует четкости и высокой контрастности изображения. Поэтому в составе термометрических систем обычно применяются качественные IP-камеры с широким динамическим диапазоном (WDR). Поскольку измерения происходят в здании, камеры не требуют защитных кожухов. Аналитическое ПО позволяет не только выявлять лица в кадре, но и измерять индивидуальную температуру до нескольких десятков людей за раз.

Теперь, сделав главные обобщения, настало время перейти к рассмотрению конкретных решений, доступных на рынке. Но прежде надо ответить на главный вопрос, который без сомнения задают себе многие читатели: «сколько все это стоит?». Короткий ответ: «дорого!». Тепловизоры вообще недешевые устройства, а в составе специализированного решения и подавно (да еще и в разгар ажиотажного спроса на все, что так или иначе касается борьбы с пандемией). Анализ доступных предложений в открытых источниках позволяет говорить об ориентировочной розничной цене комплекта в районе \$15–20 тыс. для стационарных систем и \$2–3 тыс. (и более) для ручных тепловизоров.

В случае крупных оптовых поставок цена может быть существенно ниже. Как пример можно привести недавнюю попытку Коммунального предприятия «Информатика», которая подчиняется Киевской городской государственной администрации, приобрести 400 комплектов термометрических систем на основе тепловизоров Hikvision

DS-2TD1217B-6/PA. Объявленная стоимость проекта составила 65 млн грн с учетом НДС, или чуть более \$6 тыс. за комплект. Закупку планировалось провести без объявления тендера в соответствии с постановлением Кабинета министров Украины №248, которое позволяет приобретать товары для борьбы с COVID-19 без тендера и за один день. Величина суммы вызвала существенный резонанс в обществе, благодаря чему закупкой заинтересовалась Государственная аудиторская служба Украины. В результате от контракта отказались.

Что доступно на рынке

Глобальный рынок решений для дистанционного контроля температуры, если говорить о системах на основе тепловизоров, начал формироваться только в начале нынешнего года, по мере развития эпидемии COVID-19 в КНР; отсюда же родом и большая часть доступных сегодня комплексов. Тем не менее подобные разработки, как и сама идея массового бесконтактного термографического контроля, впервые появились еще в 2003 году во время эпидемии «атипичной пневмонии» (она же SARS или ТОРС — тяжелый острый респираторный синдром). Тогда болезни не удалось распространиться слишком сильно — число заболевших во всем мире едва превысило 8 тыс. человек, большая часть из которых проживала в Китае. Но многие идеи и полезные наработки того времени используются и для борьбы с «уханьским вирусом». Поэтому неудивительно, что именно китайские производители систем видеонаблюдения мобилизовались раньше остальных, и сейчас они наиболее активны в сегменте решений для термометрического контроля.

Широкий спектр решений, включающий более десяти моделей тепловизоров, предлагает китайская компания **Hikvision**. У нее есть биспектральные модели, ручные тепловизоры, а также рамка-металлодетектор с возможностью контроля температуры. В составе комплексного решения могут применяться, например, фиксированные камеры DS-2TD2617B-3/6PA(B), DS-2TD2636B-15/P или купольные DS-2TD1217B-3/6PA(B) (**рис. 7**). Данные модели различаются фокусным расстоянием объективов



Рис. 7. Биспектральная камера DS-2TD1217B-3/6PA(B) — один из элементов термометрического решения Hikvision

и разрешением тепловизионного детектора (160×120 либо 384×288).

Оптический модуль камеры обеспечивает качество картинки на уровне 4 Мп (2688×1520 пикс.). Как отмечает сам производитель, термографические камеры Hikvision поддерживают обнаружение и измерение до 30 лиц в кадре. Но для достижения максимальной эффективности все же рекомендуется поочередный контроль температуры.

Есть у компании и ручные тепловизоры DS-2TP31B-3AUF и DS-2TP21B-6VF/W без оптической камеры (предполагается, что визуальный контроль будет осуществлять оператор) с разрешением 160×120. Последняя модель поддерживает передачу данных по Wi-Fi. В качестве управляющего ПО предлагается использовать фирменную платформу Hikvision iVMS-4200. Кроме того, компания предлагает собственные сетевые видеорегистраторы (NVR), штативы и модель калибратора. Интересной разработкой является также рамочный металлодетектор ISD-SMG318LT-F, в верхнюю часть которого встроена купольная тепловизионная камера.

Еще одним производителем, у которого можно получить все из одних рук, является **Dahua** (ближайший конкурент Hikvision). Решение компании так и называется — Thermal Temperature Monitoring Solution — и включает в себя фиксированную биспектральную камеру DH-TPC-BF5421-T (**рис. 8**), калибратор, 16-канальный NVR DHI-NVR5216-16P-I, пакет управляющего ПО. Опционально доступны фирменные штативы и мониторы. Разрешение тепловизионной матрицы здесь довольно

большое — 400×300 пикс., оптического модуля — 2 Мп. Отмечается, что решение Dahua способно измерять температуру до 30 человек за секунду на расстоянии до 4,5 м (правда, точность измерения на такой дистанции вызывает обоснованные сомнения у опрошенных нами специалистов).

Целый ряд интересных разработок предлагает **Uniview** (она тоже из Китая). В первую очередь это комплексная система TIC600 в составе биспектральной камеры, модели АЧТ и фирменного ПО. Оптический сенсор поддерживает формат FullHD, тепловизионный имеет разрешение 384×288. Камера подключается к персональному ПК, который превращается, таким образом, в рабочее место оператора и может выполнять задачи хранилища данных. Декларируемая производителем дальность измерения температуры тела составляет 3–10 метров.

Вторая разработка UNW, о которой хотелось бы рассказать, — терминал доступа OET-213H-BTS1 с функцией распознавания лиц (рис. 9). Это серийное устройство, которое было доработано в духе времени путем установки сенсора для измерения температуры тела (на запястье) и оснащено программным обеспечением для идентификации лиц.

Ранее задача терминала заключалась в том, чтобы распознавать посетителя по лицу и открывать/запрещать ему доступ в помещение. Теперь же ПО было доработано таким образом, чтобы оно могло выявлять наличие маски на лице, а в случае повышенной



Рис. 9. Терминал контроля доступа с функцией распознавания лиц и термометрического контроля Uniview OET-213H-BTS1. Желтое устройство сбоку — ИК-датчик

температуры тела отправляло бы уведомление оператору.

Предлагается также модель ручного тепловизора UTi165H и даже рамка-металлодетектор OPD-533TM с функцией термометрического контроля (для этого используется встроенный бесконтактный термометрический датчик).

Есть свое решение и у **D-Link**. Компания предлагает две модели биспектральных камер — DCS-F04TH и DCS-F05TH, а также пакет аналитического ПО с функцией распознавания лиц. Обе модели используют оптический модуль, работающий в формате FullHD, при этом тепловизионный сенсор у DCS-F04TH имеет разрешение 320×240 пикс., у DCS-P200 — 400×300 пикс. Различается и количество объектов для условно одновременного измерения температуры — 16 и 30 лиц соответственно. На самом деле замеры происходят индивидуально, но настолько быстро, что наблюдатель не замечает временного разрыва. Так, скорость измерения температуры одного человека в случае DCS-F04TH не превышает 50 мс, для DCS-P200 — не более 30 мс. Есть

у D-Link и собственный калибратор DCS-P20T, а также IP-коммутаторы, позволяющие объединить все оборудование в единую систему. В качестве терминала оператора и хранилища данных может использоваться персональный ПК (собственных моделей видеосерверов у производителя на данный момент нет).

Нельзя обойти вниманием и американскую компанию **FLIR**. Первые комплексные решения для дистанционного контроля температуры человеческого тела были предложены ею еще в 2003 году во время вспышки атипичной пневмонии. Сегодня производитель предлагает целый ряд специализированных разработок, которые включают множество моделей стационарных камер (серии A320 Tempscreen, A300, A310, A315, A325, A615, A655, A400/A700) (рис. 10), ручных тепловизоров (E53, E95, E85, E75, T530, T540, T620, T640, T840, T860, T1020, T1040), а также профессиональный инфракрасный термометр Exttech IR200.

По данным производителя, данные продукты широко используются в США и многих странах Юго-Восточной Азии. Только от Управления по контролю за продуктами и лекарствами США (FDA) получен заказ на 510 тыс. ИК-термометров и тепловизионных камер FLIR. Как отмечается, эти устройства будут использоваться в качестве дополнения к другим средствам контроля температуры.

Интересное решение предлагает израильская компания **Opgal**. Этот производитель выпускает тепловизионные камеры уже более 37 лет. Первые комплексные решения для дистанционного контроля температуры человеческого



Рис. 8. Составляющие комплексного решения Dahua Temperature Monitoring Solution — биспектральная камера DH-TPC-BF5421-T и фирменный калибратор



Рис. 10. Новый тепловизионный сенсор FLIR A400/A700 активно используется в системах термометрического контроля в США и за пределами страны

тела, так же, как и FLIR, она выпустила в 2003 году. Нынешняя пандемия стимулировала компанию к разработке новых специализированных продуктов. В феврале 2020-го Orgal выводит на рынок систему ThermApp MD — комплексное решение, состоящее из тепловизора, мини-компьютера и пакета специального аналитического ПО, которое позволяет, в частности, выявлять температурные аномалии и сообщать о них оператору. Система может интегрироваться в инфраструктуру СКУД организации, которая будет ее использовать. Как и в случае с вышерассмотренными решениями FLIR, комплексу ThermApp MD для калибровки не требуется модель АЧТ. Особенностью данной разработки является то, что тепловизор здесь выполнен в виде ультракомпактного модуля со сменными объективами, подключаемого к смартфону на базе ОС Android (рис. 11). Разрешение устройства составляет 384×288 пикс.



Рис. 11. Миниатюрная камера Orgal ThermApp, превращающая смартфон в компактный тепловизор

Многие мировые разработчики тепловизионных систем также имеют все (или почти все), необходимое для создания решений дистанционного контроля температуры тела. Но они зачастую просто не позиционируют свою продукцию именно для данной цели в качестве особого комплексного решения. Тем не менее, системы на



Рис. 12. Тепловизор Axis Q2901-E используется в качестве аппаратной основы для ПО Grekkom Technologies HTC

ФАТАЛЬНЫЕ НЕДОСТАТКИ «БЮДЖЕТНЫХ» РЕШЕНИЙ

Системы, настроенные на то, чтобы автоматически выявлять людей с повышенной температурой, могут выдавать много ложных срабатываний. Измерения чаще всего происходят в области лба, температура которого нередко отличается от показателей поверхности остального тела. Причиной тому служит пребывание человека под лучами солнца, в условиях влажной погоды, которая снижает тепловое излучение кожи и т.д. На точность измерения влияет физическая активность, и даже наличие косметики на лице. По данным авторитетного ресурса IPVM.com, для дистанционных измерений температуры лучше всего приспособлен внутренний кантус глаз: небольшая область у слезных протоков, на которую окружающая среда почти не воздействует.

Технический аспект проблемы заключается в том, что для достаточно точного измерения температуры камере нужен кластер, состоящий из нескольких точек. Но если человек быстро движется, то участок кожи, который покрывает этот кластер, крайне сложно поймать в фокус, что существенно влияет на корректность измерений.

Кроме того, существует и другие технические трудности, характерные для тепловизионных камер, которые не позволят корректно решить рассматриваемую задачу. Скажем, неподходящим является использование бюджетных микроболометров с размером считывающей поверхности 160×120 пикселей. Сфера их применения — отслеживание очагов возгорания и перегрева оборудования, но никак не замеры температуры человеческого тела.

Согласно техническим характеристикам большинства спецификаций оборудования, которое предлагают производители решений для температурного скрининга, погрешность измерения у них составляет 0,5 °С, а это довольно много, учитывая, что как раз полградуса могут отличать нормальную температуру от аномальной. Но даже такая точность требует использования калибратора (АЧТ). Без автоматической регулировки температурные колебания в помещении, где работает камера, со временем сбивают ее настройки. Даже изменение показателей окружающей среды на 1 °С может стать критичным.

Но самое неприятное, что, к сожалению, сегодня на рынке наблюдается большое количество предложений для дистанционного измерения температуры на основе тепловизоров охранного назначения. По нашему мнению, а также по выводам ряда независимых экспертов, подобные решения являются не чем иным, как банальной спекуляцией на популярной теме, поскольку они не обеспечивают заявленные характеристики.



Андрей ГЛУХОВ,
руководитель отдела
технической поддержки IQ Trading

базе компонентов известных производителей СВН предлагают десятки специализированных компаний (включая интеграторов) по всему миру, часто под собственным брендом. Один из примеров — решение компании Grekkom Technologies, разработавшей пакет оригинального аналитического ПО Human Temperature Control Embedded. Программное обеспечение HTC позволяет с очень высокой точностью выявлять людей, чьи показатели температуры тела выходят за границы допустимых значений. Это достигается благодаря считыванию и анализу нескольких лицевых точек. В качестве аппаратной основы для ПО HTC используется тепловизионная камера Axis Q2901-E (рис. 12).

Нынешняя пандемия поставила перед человечеством множество вопросов,

на которые все еще предстоит найти ответы. Но сейчас уже ясно — система здравоохранения в ее нынешнем виде должна быть реформирована по всему миру. Новые эпидемии вполне реальны, но, как известно, любую угрозу лучше предотвратить на раннем этапе, чем дать ей развиваться и затем ликвидировать последствия. В случае с «уханьским вирусом» момент был упущен, но следующую возможную пандемию мы должны встретить во всеоружии. Одним из способов раннего обнаружения угрозы может стать и массовая бесконтактная термометрия. Но этот метод потенциально может быть эффективен только в сочетании с другими мерами, главное — использовать комплексный и взвешенный подход.

Игорь КИРИЛЛОВ, СИБ