



Обнаружение систем скрытого видеонаблюдения на основе датчика глубины смартфона

А. С. Юсуповский, В. В. Гришачев

Российский государственный гуманитарный университет,
Москва, Россия

В работе представлены материалы исследований, связанные с применением видеосистемы смартфона (датчика глубины) для поиска скрытых видеокамер в различных помещениях, в т. ч. в местах временного размещения (номера гостиниц, раздевалки, салон автомобиля и т. д.), в которых у человека возникает подозрение о нарушении его личного пространства или конфиденциальности. Датчик глубины смартфона позволяет повысить эффективность автоматизированного поиска скрытых видеокамер по бликам оптики для неподготовленного человека и специалистов служб безопасности. В статье сформулированы предложения по процедуре проведения поиска скрытых видеокамер и определены основные технические характеристики эффективного обследования.

Ключевые слова: информационная безопасность личности, визуальная информация, скрытая видеокамера, датчик глубины смартфона

Статья поступила: 17.09.2023

Статья принята: 07.11.2023

ВВЕДЕНИЕ

Защита информации, относящейся к персональным данным, в виде фото/видео материа-

Detection of Covert CCTV Systems Based on the Smartphone Depth Sensor

A. S. Yusupovskiy, V. V. Grishachev

Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia

The paper presents research materials related to the use of a smartphone video system (depth sensor) to detect the covert video cameras in various premises, including the places of temporary accommodation (hotel rooms, locker rooms, passenger compartments, etc.) where a person suspects an intrusion on his personal security or privacy breach. The depth sensor of a smartphone makes it possible to increase the efficiency of automated search for covert video cameras by optical flare for an untrained person and security specialists. The article formulates proposals for the search procedure for covert video cameras and identifies the main technical specifications of an efficient survey.

Keywords: personal information security, visual information, covert video camera, smartphone depth sensor

Article received: 17.09. 2023

Article accepted: 07.11. 2023

INTRODUCTION

Protection of information related to the personal data in the form of photo/video materials is an important element in ensuring the private space security. Any personal information security threats can occur in various situations. One of such cases is location of a person in his private space, when he must be sure of protection against any covert surveillance, for example, being in a hotel room, in public places with limited visual access, etc. Such threats can be of great importance for the personal information security [1, 2] and result, for example, in the form of unauthorized publishing of obtained photo/video materials on social networks and other web resources.



лов является важным элементом обеспечением безопасности личного пространства. Угрозы информационной безопасности личности могут возникнуть в различных ситуациях. Одним из таких случаев является нахождение человека в личном пространстве, когда он должен быть уверен в защищенности от скрытого наблюдения. Например, нахождение в номере гостиницы, в общественных местах с ограничением визуального доступа и т.д. Подобные угрозы могут иметь большое значение для информационной безопасности личности [1, 2] и проявляться, например, в виде несанкционированного размещения полученных фото/видео материалов в социальных сетях и на других интернет-ресурсах.

Проблема информационной безопасности личного пространства человека обеспечивается не только государством в виде принятия законов, работы специальных служб и т.д., но и техническими возможностями самого гражданина. Обеспечивающие информационную безопасность личности технические устройства должны быть эффективны, экономически и технически доступны для каждого человека. В современном обществе таким устройством является смартфон, который выполняет широкий набор функций – от коммуникационных до развлекательных возможностей. Смартфоны обладают набором датчиков, которые можно использовать, в том числе и для обеспечения информационной безопасности личности.

Если за обеспечение защиты визуальной информации на государственном уровне и уровне больших компаний отвечают службы безопасности с широкими техническими и правовыми возможностями, то для отдельного человека, небольшой компании конфиденциальность обеспечивается исключительно личными предосторожностями в поведении и разрешенными общедоступными техническими устройствами. Подобные ограничения приводят к поискам наиболее эффективных и доступных технических решений, которые не обременяют человека не в финансовом плане и не в других возможностях.

ТЕХНИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА И ЗАЩИТА ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Скрытое видеонаблюдение в технической разведке может проводиться с помощью видеокamer различного назначения [2, 3]: от пользовательских веб-камер до специальных скрытых

The issue of information security of a personal private space shall be resolved not only by the state in the form of passage of various laws, provision of special services, etc., but also by the technical capabilities of the citizen. The technical devices that ensure personal information security must be efficient, economically and technically accessible to every person. In the contemporary society, such a device is a smartphone performing a wide range of functions from any communication to entertainment capabilities. The smartphones have a set of sensors that can be used, among other things, to ensure personal information security.

While the security services with powerful technical and legal capabilities are responsible for ensuring the visual information protection at the state level and at the level of large-scale companies, then confidentiality for an individual or a small company shall be maintained exclusively by personal precautions and allowable generally available technical devices. Such restrictions lead to the search for the most efficient and affordable technical solutions that do not burden a person financially or in other ways.

TECHNICAL INTELLIGENCE AND VISUAL INFORMATION PROTECTION

The covert video surveillance in the field of technical intelligence can be performed using video cameras for various purposes [2, 3]: from any custom web cameras to the special covert video cameras camouflaged as the ordinary household items. The small-sized pinhole cameras with an extended pupil, a typical lens size of less than a millimeter, and conversion of an optical image into an electronic or digital signal in the silicon CCD matrices and open (broadcasting) or closed (cable) transmission to the recording system are used in the indoor covert CCTV systems at the short distances (up to tens of meters).

The countermeasures against the visual intelligent systems using the covert CCTVs can be divided into two types, related to their functioning:

1. Covert video surveillance countering measures based on the detection of electromagnetic radiation (EMR) of a running video camera [2, 5]; by searching for the electronic elements by non-linear location using electromagnetic radiation; as well as neutralizing the system's electronics by electromagnetic interference or destruction by an electromagnetic pulse. This method has its own limitations related to performance of the activities using special equipment that is not always available.

видеокамер, закамуфлированных под обычные предметы обихода. В системах скрытого видеонаблюдения в помещениях на небольших расстояниях до десятком метров используются малогабаритные пинhole (от английского pin-hole, т.е. булавочное отверстие) камеры с вынесенным зрачком, характерным размером объектива менее миллиметра, преобразованием в кремниевых ПЗС-матрицах оптического изображения в электронный аналоговый или цифровой сигнал и открытой (эфир) или закрытой (кабель) передаче в систему регистрации.

Противодействие системам визуальной разведки методом скрытого видеонаблюдения можно разделить на два вида, связанные с особенностями функционирования:

1. Методы противодействия скрытому видеонаблюдению на основе обнаружения электромагнитного излучения (ЭМИ) работающей видеокамеры [2, 5]; путем поиска электронных элементов нелинейной локацией электромагнитным излучением; а также нейтрализации работы электроники системы постановками электромагнитных помех или разрушением электромагнитным импульсом. Данный метод имеет свои ограничения в виде сложности проведения мероприятий по использованию специального оборудования, которое не всегда доступно.

2. В продаже находится детектор Protect K18 (рис. 1), который позволяет проводить сканирование ЭМИ эфира от 1 МГц до 8 ГГц и позволяет выявлять радиоканалы связи с внешними устройствами с чувствительностью более 30 мкВт с заявленной дальностью от 0,1 м до 15 м. Устройство малогабаритное, но не позволяет выявлять неизлучающие закладки с записью на внутренний носитель или передачи по кабельным системам. Использование таких систем в городских условиях ограничивается сложной радио обстановкой в окружающем пространстве.

Методы противодействия скрытому видеонаблюдению на основе деструктивного воздействия на оптическую систему путем сильной засветки в оптической или инфракрасной области спектра ЭМИ [2]. Данная методика требует либо предварительного обнаружения оптики систем наблюдения, либо изотропной засветки всего пространства, что требует сложной организации специального оборудования. Наиболее

2. The Protect K18 detector (Fig. 1) is commercially available. It allows scanning of the air EMR within the range from 1 MHz to 8 GHz and identifying radio communication channels with the external devices with a sensitivity of more than 30 μ W and a declared range of 0.1 m to 15 m. The device is small-sized, but does not help to identify non-emitting devices with the internal media recording or transmissions via the cable systems. The application of such systems in the urban environments is limited by the difficult radio environment in the surrounding area.

Covert video surveillance countering measures based on destructive effects on the optical system through significant flash exposure in the optical or infrared region of the EMR spectrum [2]. This method requires either preliminary detection of the surveillance system optical devices, or isotropic flash exposure of the entire space that needs the comprehensive provision of special equipment. The most



Рис. 1. Детектор прослушки Protect K18 с возможностью сканирования эфира

эффективен метод выявления скрытых систем видеонаблюдения по бликам, формируемым при отражении оптического излучения от линз объектива и ПЗС-матрицы.

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СКРЫТОЙ ВИДЕОКАМЕРЫ И ЕЕ ОБНАРУЖЕНИЕ

Основа любой системы видеонаблюдения является оптическая система, формирующая изображение окружающего пространства на ПЗС-матрице [2, 3].

В качестве основной оптической системы скрытого видеонаблюдения можно считать камеры с пинхольным объективом (рис. 2), т. е. объектив с выносным на расстояние l зрачком (1) диаметром d (менее 1 мм) и характерными габаритами порядка нескольких мм, определяемые фокусным расстоянием f линзы (2). Входное оптическое излучение фокусируется на ПЗС-матрице (3), которая преобразует оптический сигнал в электрический сигнал (4). Входящий световой поток в угле обзора φ испытывает отражения Френеля на фокусирующих линзах объектива и матрицы (5), которые воспринимаются как оптические блики, т. е. яркие световые пятна на однородном фоне в видимом и других частях оптического спектра. Обнаружить такие блики в видимом спектре достаточно сложно.

В качестве примера можно выбрать камеру ноутбука за защитным стеклом (рис. 3). В данном случае в видимом свете видеокamera можно обнаружить по конструктивной особенности защитной шторки и отражающем покрытии вокруг pin-hole (темная точка в светлом контуре на правом снимке) камеры. При наклонной съемке pin-hole не видно, при нормальном падении – трудно различим на темном фоне для человеческого глаза даже при близком расположении в случае ноутбука. Оптические элементы камер для уменьшения френелевских потерь на отражениях покрываются просветляющими пленками, которые уменьшают отражение в 3-4 раза от стандартных 4% [6]. В обычном свете такие поверхности формируют слабые блики и поэтому их сложно видеть глазом. Просветление оптики захватывает центральную часть видимого спектра и в меньшей мере видимый красный свет и еще в меньшей мере невидимый инфракрасный свет. Повысить различимость можно перейдя из видимой области в видимую часть красного спектра, путем освещения сильным красным светом и наблюдая глазом через красный светофильтр область с видеокamerой.

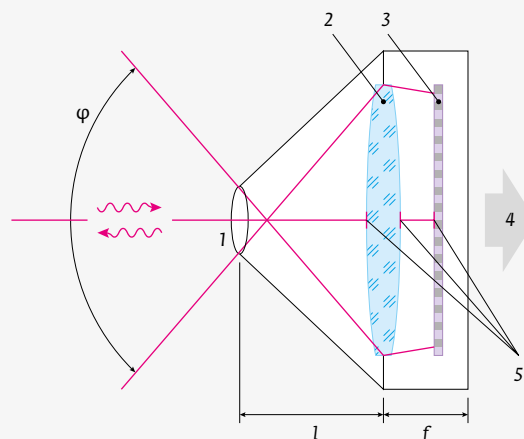


Рис. 2. Оптическая блок-схема пинхольного объектива. 1 – входной зрачок (pin-hole), 2 – линза объектива, 3 – ПЗС-матрица, 4 – электрические сигналы в систему обработки, 5 – поверхности с френелевским отражением, φ – поле зрения (угол обзора) объектива, d – диаметр входного зрачка, l – вынос зрачка, f – фокусное расстояние линзы



Рис. 3. Видеокamera ноутбука за защитным стеклом при различном наклоне камеры: сверху – нормальное, справа – наклонное расположение. Диаметр отверстия шторки камеры 8 мм

В простейших системах обнаружения объектов видеокamer используют приборы типа детектора Protect K18 (рис. 1), у которого есть несколько светодиодных источников красного света. При наблюдении через красный светофильтр в центре детектора облучаемой красным светом поверхности при наличии оптических поверхностей они формируют видимые глазом блики. Данный способ зависит от опыта проверяющего и требует кропотливой длительной работы при обследовании больших поверхностей. В профессиональных обнаружителях скрытых видеокamer используются более мощные монохромные светодиодные источники света с малым углом обзора в несколько градусов и электронной системой регистрации света, которые позволяют регистрировать отражающие объекты на расстояниях в десятки метров.

Переход в невидимую инфракрасную часть спектра увеличивает френелевское отражение, не перекрываемое просветляющими покрытиями, растет невидимая глазом яркость блика, для наблюдения которого необходимо использовать приемники инфракрасного излучения.

ВИДЕОСИСТЕМА СМАРТФОНА И ДАТЧИК ГЛУБИНЫ

Решение доступности и эффективности для защиты личности от визуальной разведки может дать современные носимые устройства, такие как смартфоны [7]. Смартфон является общедоступным устройством с большим набором функциональных возможностей. Во-первых, это коммуникационное устройство, позволяющее осуществить локальную связь по технологии Bluetooth, Wi-Fi и дальнюю связь по технологии 4G / 5G и т. д. Во-вторых, в смартфонах реализовано большое число сенсоров от преобразования аудио и видео информации, до датчиков физических полей. Все сенсоры могут быть встроенными, внешними с проводным и беспроводным соединением. Любой смартфон может быть использован как вычислительное устройство для измерения любых физических величин с помощью собственных или подключаемых сенсоров, возможности которых ограничивается только мощностью источников питания и вычислительными ресурсами [7].

Одной из продвинутых систем смартфона является его видеосистема регистрации и отображения визуальной информации. Например, Samsung Galaxy A22 (рис. 4) имеет пять видеокamer различного назначения: фронтальная

efficient method for identifying covert video surveillance systems is based on the flares developed when optical radiation is reflected from the objective lenses and CCD matrix.

OPTICAL SYSTEM OF A COVERT VIDEO CAMERA AND ITS DETECTION

The basis of any CCTV system is an optical system forming an image of the surrounding space on a CCD matrix [2, 3].

The main optical system for covert video surveillance are the cameras with a pinhole lens (Fig. 2), i. e. a lens with a pupil (1) remote at a distance l with a diameter d (less than 1 mm) and typical dimensions of several mm, determined by the focal length f of the lens (2). The input optical radiation is focused on a CCD matrix (3) that converts the optical signal into an electrical signal (4). The incoming light flux at the viewing angle φ is subject to the Fresnel reflections on the focusing lenses of the objective and matrix (5) that are perceived as the optical flares, i. e. bright light spots on a uniform background in the visible and other regions of the optical spectrum. Such flare detection in the visible spectrum is quite difficult.



Рис. 4. Видеосистема смартфона Samsung Galaxy S20+. 1 – 10 МП фронтальная камера, 2 – 12 МП ультраширокоугольная камера, 3 – 12 МП широкоугольная основная камера, 4 – 64 МП теле/фото камера, 5 – камера глубины с инфракрасным лазером

камера для селфи, камера макросъемки, ультраширокоугольная камера для съемки близкорасположенных больших объектов или панорамной съемки, основная камера для высококачественных портретных фотографий, камера глубины для повышения резкости кадра и других целей. Кроме отмеченных камер, встраиваются камеры для ночной съемки, черно-белые камеры и другие, которые могут быть внешними, такие как тепловизионные камеры.

В смартфонах создание 3D изображения производится с помощью стереоскопических систем видения на основе двух камер (стереозрение); структурированного освещения инфракрасным излучением в виде распределенного в пространстве шаблонного набора точек, линий, по искривлениям которых определяется объемная структура объекта (структурированный свет); в последнее время, в мобильные устройства iPad Pro 2020 встраивается лидарные системы. Наиболее эффективны для формирования объемного изображения являются датчики глубины (ToF-сенсоры от английского Time of Flight – время полета, времяпролетные камеры, ToF-камеры, камеры глубины), которые используются для измерения расстояния, распознавания жестов и лиц, создания 3D-моделей объектов, датчика приближения и в других назначениях [8, 9, 10].

Датчик глубины (ToF-камера) функционирует по принципу измерения времени распространения светового импульса от инфракрасного лазера до отражающей преграды и обратно до детектора в виде ИК-камеры (рис. 5). В ИК-лазере (2) датчика глубины (1) формируется направленное на исследуемый объект модулированное оптическое излучение, которое синхронизировано с работой ИК-камерой (3). Отраженное от различных объектов (6, 7, 8) оптическое излучение (4, 5) регистрируется с задержкой во времени ИК-камерой. Длительность засветки лазерным излучением составляет несколько наносекунд, что позволяет регистрировать фазовый сдвиг отраженного излучения с мил-

As an example, it is possible to use a laptop camera under the protective glass (Fig. 3). In this case, the video camera can be detected in the visible light by the design features of protective shutter and reflective coating around the camera pin-hole (dark dot in the light outline on the right figure). In the case of oblique shooting, the pin-hole is not visible, but in the case of ordinary light incidence it is difficult to distinguish against a dark background for the human eye, even it is located at the close distance (a laptop). To reduce the Fresnel losses related to the reflections, the camera's optical elements are coated by the antireflection films that reduce reflection by 3-4 times in comparison to the standard value of 4% [6]. In the case of ordinary light, such surfaces form weak reflections and are therefore difficult to detect with the eye. The antireflection coating relates to the central region of the visible spectrum and, to a lesser extent, visible red light and, even to a lesser extent, invisible infrared light. It is possible to increase observability by moving from the visible region to the visible red spectrum part, by illuminating with intense red light and observing the area with a video camera through a red color filter.

The simplest detection system for video camera lenses includes the devices such as the Protect K18 detector (Fig. 1) that has several LED red light sources. When observing a surface irradiated with the red light through a red color filter in the detec-

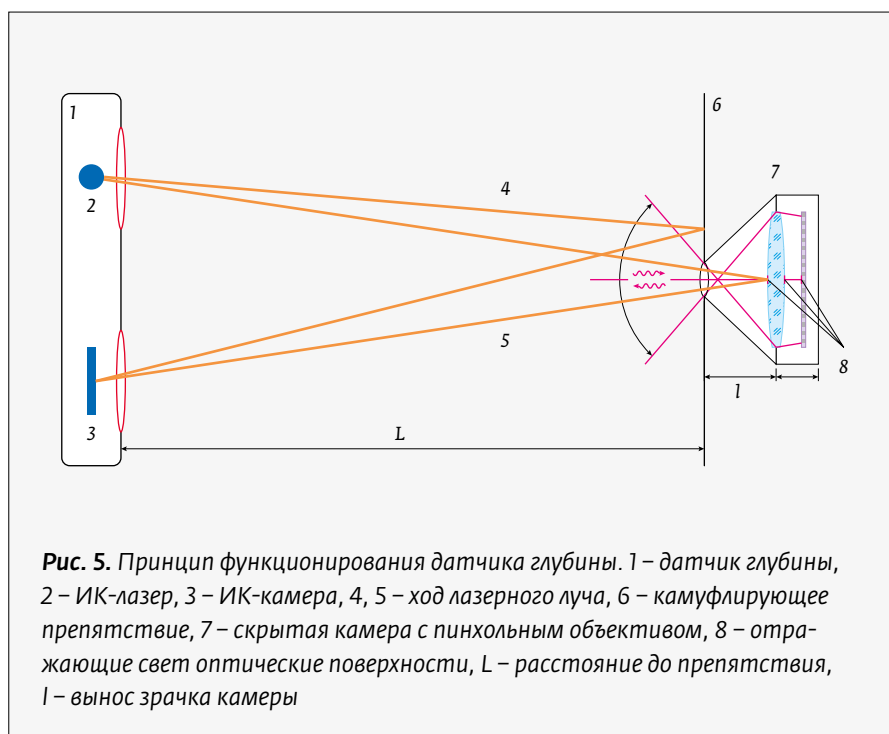


Рис. 5. Принцип функционирования датчика глубины. 1 – датчик глубины, 2 – ИК-лазер, 3 – ИК-камера, 4, 5 – ход лазерного луча, 6 – камуфлирующее препятствие, 7 – скрытая камера с пинхольным объективом, 8 – отражающие свет оптические поверхности, L – расстояние до препятствия, l – вынос зрачка камеры



лиметровой точностью. При обработке времени задержки (пролетного времени) формируется 3D изображение зондируемого пространства путем выделения участков с одинаковым временем задержки, которое выделяется яркостью и цветом. Обычно используются оттенки красного света – более близкие участки ярче, а более удаленные – более тусклым.

Эффективность формирования 3D изображения камерой датчика глубины зависит от интенсивности ИК-лазера и чувствительности ИК-камеры, чем выше интенсивность облучения, тем больше интенсивность отраженного сигнала и тем с меньшей погрешностью определяется расстояние. С увеличением дальности исследуемого объекта падает интенсивность отраженного ИК-излучения, что повышает погрешность измерения. С другой стороны, с уменьшением расстояния до объекта уменьшается время пролета и также растет погрешность определения расстояния. Следовательно, у каждого датчика глубины имеется своя область пространства по расстоянию, на котором он наиболее эффективно работает.

Эффективность формирования отклика от объектов в виде отверстий с малым отражающим диаметром и малой глубиной, таких как скрытая камера с пинхольным объективом, зависит от поля зрения (угла обзора) отверстия (объектива). Только при попадании лазерного излучения в поле зрения объектива формируется отклик, что накладывает еще одно ограничение для наблюдения таких объектов – это угол обзора наблюдаемого отверстия скрытой камеры и источника лазерного излучения. Смещение датчика глубины вдоль исследуемой поверхности должно находиться в пределах углов обзора объектива и лазера.

Предложения по использованию датчика глубины для обнаружения скрытой камеры предлагаются в некоторых работах [10], в частности предлагается разработать программное обеспечение для установки на смартфон с датчиком глубины для обнаружения изображения получаемых от малых отверстий в виде бликов, т. е. ярко выраженных отражений малого размера, хорошо наблюдаемых на общем однородном фоне. В этих работах не обсуждается связь с техническими параметрами смартфона, поэтому в нашей работе делается акцент на возможностях датчика глубины смартфона и возможности практического обследования помещений на наличие скрытых камер.

tor's center, the optical surfaces form flares visible to the eye (if available). This method depends on the experience of an examiner and requires meticulous long-term work when examining the large surfaces. Any professional cover video camera detectors apply more powerful monochrome LED light sources with a small viewing angle of several degrees and an electronic light detection system that make it possible to register reflective objects at the distances of tens of meters.

Transition to the invisible infrared portion of the spectrum increases the Fresnel reflection that is not blocked by antireflection coatings. The brightness of flares, invisible to the eye, is increased, therefore, its observation requires application of the infrared radiation receivers.

SMARTPHONE VIDEO SYSTEM AND DEPTH SENSOR

The up-to-date wearable devices, such as smartphones, can provide an affordable and efficient solution to protect individuals against any visual reconnaissance [7]. A smartphone is a generally accessible device with a wide range of functionality. Firstly, it is a communication device that allows perform local communication using Bluetooth technology, Wi-Fi and long-distance communication using 4G/5G technology, etc. Secondly, the smartphones include a large number of sensors from the sensors converting audio and video information to the physical field sensors. All sensors can be built-in or external with a wired or wireless connection. Any smartphone can be used as a computing device to measure any physical quantities using its own or connected sensors, the capabilities of which are limited only by the power supplies and computational resources [7].

One of the advanced smartphone systems is its video system for visual information recording and display. For example, Samsung Galaxy A22 (Fig. 4) has five video cameras for various purposes: a front-facing camera for selfies, a macro (close-up) camera, an ultra-wide-angle camera for shooting the close-up large objects or panoramic shooting, a main camera for the high-quality portrait photographs, a depth camera for sharpening the frame and other purposes. In addition to the cameras noted, there are some built-in cameras for night photography, black and white cameras and others that can be of external nature, such as the thermal imaging cameras.

In smartphones, 3D images are created using the stereoscopic vision systems based on two cameras (stereo vision); structural light projection by

ПРАКТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ВИДЕОКАМЕР С ПОМОЩЬЮ ДАТЧИКА ГЛУБИНЫ СМАРТФОНА

Практические исследования работы по обнаружению скрытых видеокамер проводились на основе смартфона Samsung Galaxy S 20+ со встроенной ToF-камерой DeethVision (рис. 4) [11]. Работа датчика глубины в режиме формирования изображения окружающего пространства осуществляется с помощью приложения для Android с открытым исходным кодом ToF Viewer [12], которое в режиме реального времени отображает на дисплее смартфона получаемое видеоизображение. Камера DeethVision работает в невидимом глазу ИК диапазоне с собственным источником, на который приходится максимальная чувствительность кремниевой ПЗС-матрицы. Формируемая карта глубины отлично видна в абсолютной темноте.

Практические исследования состояли в демонстрации возможности обнаружить камеру по бликам оптики, определении технических характеристик датчика глубины данного смартфона, для чего изготовлена модель скрытой видеокамеры, и на основе проведенных экспериментальных исследований сделано несколько предложений по реализации на практике обнаружения систем скрытого видеонаблюдения.

ДЕМОНСТРАЦИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ВИДЕОКАМЕР ДАТЧИКОМ ГЛУБИНЫ СМАРТФОНА

Проверка возможности обнаружения камер с помощью датчика глубины смартфона была осуществлена путем сканирования веб-камер внешней (рис. 6) и ноутбука (рис. 7). Приведенные фотографии выполнены обычной камерой (слева) и камерой с датчиком глубины (справа) при нормальном расположении на различных расстояниях – дальше и ближе. Как видно по фотографиям в обычном свете даже при близком расположении выделить объектив веб-камеры как у внешней, так и встроенной в ноутбук камер не представляется возможным. Догадаться о существовании камер можно по характерным для веб-камер светлым по оттенкам колец вокруг входного отверстия объектива. Данные отличия видны более отчетливо при осмотре глазом при изменении угла просмотра. При приближении к внешней веб-камере можно различить пинхол объектива. Использование камеры с датчиком глубины пинхол объектива четко виден при ближайшем рассмотрении и плохо различим при удалении от объекта. Таким образом, можно



Рис. 6. Фотография внешней веб-камеры в обычном изображении (слева) и полученном с помощью датчика глубины (справа) на разных расстояниях



Рис. 7. Фотография видеокамеры ноутбука в обычном изображении (слева) и полученном с помощью датчика глубины (справа) на разных расстояниях



Рис. 8. Модель скрытой камеры выполненная из WI-FI камеры: слева – исходный вид камеры, справа – изображения в трех проекциях оптического блока

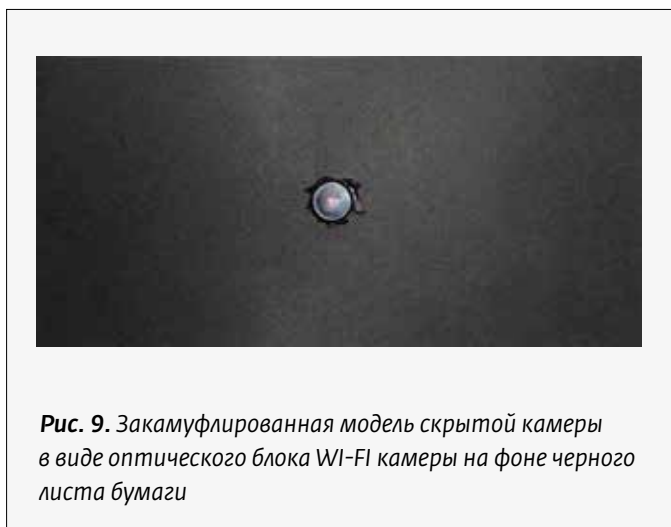


Рис. 9. Закамуфлированная модель скрытой камеры в виде оптического блока WI-FI камеры на фоне черного листа бумаги

подтвердить возможность обнаружения скрытой видеокамеры по бликам от пинхольного объектива с помощью камеры с датчиком глубины.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СКРЫТОЙ ВИДЕОКАМЕРЫ

В качестве контрольной видеокамеры, моделирующей скрытное видеонаблюдение, использовалась WI-FI камера (рис. 8), с целью повышения внешних атрибутов скрытности путем уменьшения физических размеров из камеры был вынут оптический блок (объектив с ПЗС-матрицей в корпусе). Это уменьшило размеры камеры при полном нарушении ее функциональности. Физические параметры оптического блока определялись размером отверстия для входной оптики, которая составляла порядка 3 мм, при общем диаметре цилиндрической части оптического блока камеры 20 мм и толщине 24 мм.

Камуфлирование камеры под внешний фон производилось с помощью черного листа бумаги, в котором проделывалась отверстие под объектив (рис. 9). Черный фон бумаги сливался с черным цветом самой камеры, что моделировало скрытность размещения камеры. При моделировании не стояла задачи обеспечения функциональности съемки и полное сокрытие размещения камеры, т.е. обеспечивалось только условное моделирование процесса функционирования и размещения скрытой видеокамеры.

Все последующие экспериментальные исследования проводились на описанном модельном объекте скрытой камеры в виде объектива, вставленного в отверстие на черном листе бумаги (рис. 8 и рис. 9).

infrared radiation in the form of a patterned set of points and lines distributed in the space, the curvature of which determines the three-dimensional object structure (structured light). Recently, the iPad Pro 2020 mobile devices are provided with the lidar systems. The depth sensors are the most efficient option for creating a three-dimensional image (ToF sensors, time-of-flight cameras, ToF cameras, depth cameras) to be used to measure distance, recognize gestures and faces, develop 3D object models, proximity sensor and for other purposes [8, 9, 10].

The depth sensor (ToF-camera) is based on measuring the propagation time of a light pulse from an infrared laser to a reflective obstacle and back to a detector in the form of an IR camera (Fig. 5). The IR laser (2) of the depth sensor (1) generates the

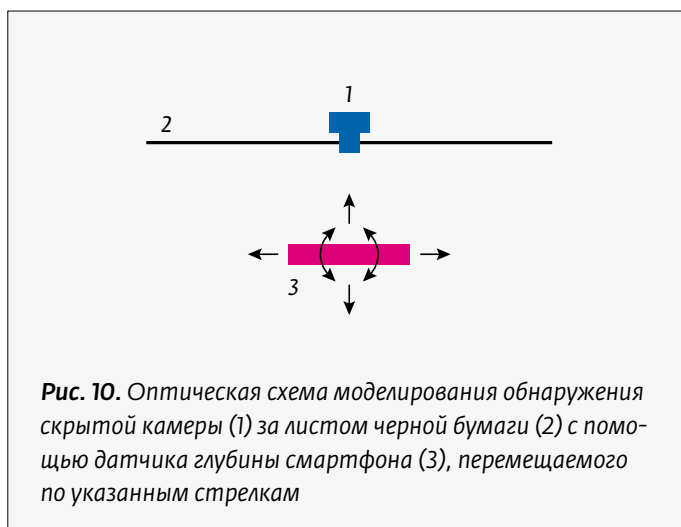


Рис. 10. Оптическая схема моделирования обнаружения скрытой камеры (1) за листом черной бумаги (2) с помощью датчика глубины смартфона (3), перемещаемого по указанным стрелкам

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДАТЧИКА ГЛУБИНЫ СМАРТФОНА SAMSUNG GALAXY S 20+

В задачу эксперимента входило, с помощью камеры с датчиком глубины смартфона, определение технических параметров обнаружения модельной скрытой видеокамеры, таких как оптимальное расстояние до объекта и предельного угла наблюдения, при которых оптические блики наблюдались наиболее отчетливо.

Оптическая схема экспериментальных исследований представлена рис. 10. Модель объекта скрытой камеры (1) на фоне черного экрана (2) размещалась на некотором расстоянии l напротив камеры смартфона (3) и фиксировались блики оптики. Смартфон приближался на минимальное расстояние к объекту и затем удалялся до полного исчезновения бликов на расстоянии l_{\max} . В результате эксперимента фиксировалась максимальное расстояние l_{\max} наблюдения скрытой камеры по блику при нормальной расположении смартфона. Далее

modulated optical radiation directed at the object under study being synchronized with the IR camera operation process (3). The optical radiation (4, 5) reflected from various objects (6, 7, 8) is recorded by an IR camera with a time delay. The duration of exposure to the laser radiation is several nanoseconds that makes it possible to record the phase shift of reflected radiation with the millimetric accuracy. When processing the delay time (time of flight), a 3D image of the probed space is generated by isolating the areas with the same delay time to be highlighted in brightness and color. Various shades of red light are usually used: the closer areas are brighter, and the more distant ones are dimmer.

The 3D image generation by the depth sensor camera depends on the IR laser intensity and the IR camera sensitivity; the higher the radiation intensity, the greater the reflected signal intensity and the less error of the distance to be determined. As the distance of the object under study is increased, intensity of the reflected IR radiation decreases leading to the enhanced measurement error. On the other part, as the distance to the object is decreased, the time of flight is reduced and the distance measurement error is also increased. Consequently, each depth sensor has its own region of space in terms of a distance at which it operates most efficiently.

The efficiency of a response generation from objects in the form of holes with a small reflective diameter and shallow depth, such as a covert camera with a pinhole lens, depends on the field of view (viewing angle) of the hole (lens). Only when the laser radiation enters the field of view of the lens, the response is formed that imposes another limitation for observing such objects, namely the viewing angle of the observed covert camera hole and the source of laser radiation. Displacement of the depth sensor along the surface under study must be within the viewing angles of the lens and laser.

Any proposals for using a depth sensor to detect a covert camera are given in some papers [10]. In particular, it is proposed to develop software for installation on a smartphone with a depth sensor to detect any images obtained from the small holes in the form of flares, i. e. significant small reflections, clearly visible against a generally uniform background. Such papers do not discuss connection with the technical parameters of a smartphone, so our paper focuses on capabilities of the smartphone's depth sensor and possible practical inspection of premises for the availability of covert cameras.

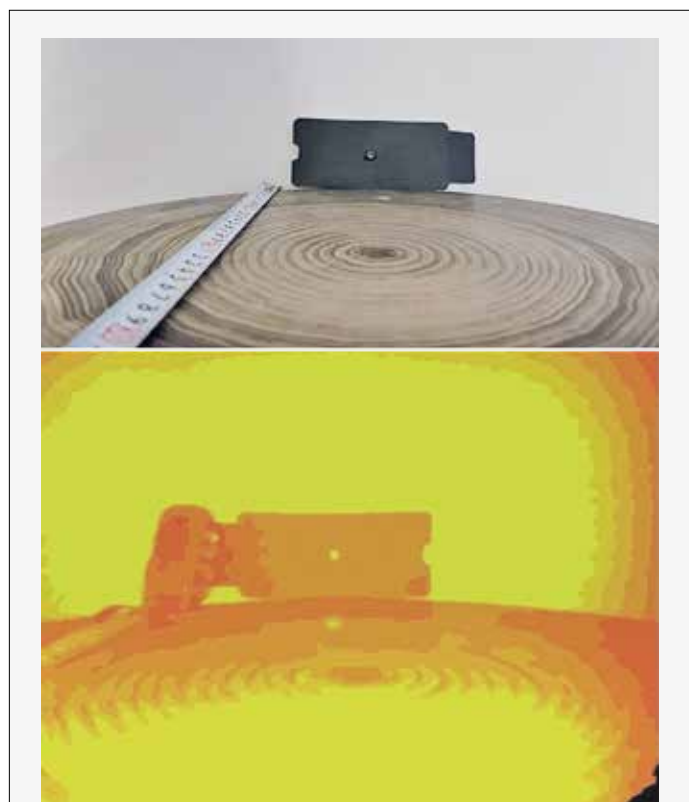


Рис. 11. Результаты наблюдения модельного объекта на расстоянии 40 см обычной камерой (сверху) и ToF-камерой смартфона (снизу)

камера размещалась на расстоянии $l_{\max}/2$ в половину максимальной для оптимального наблюдения бликов, и на этом расстоянии смартфон перемещался параллельно экрану на расстояние l_{plus} , когда блики прекращались, по которым определялся угол φ обзора камеры. Все результаты документировались фотографированием модельного объекта на экспериментально определенных расстояниях обычной камерой и ToF-камерой смартфона с визуализацией приложением ToF Viewer.

В начале эксперимента было выбрано расстояние, которое составило 40 см (рис. 11), когда при нормальном расположении смартфона на обычной камере оптика скрытой камеры практически не наблюдалась, а на ToF-камере наблюдалась отчетливо. На фотографиях ToF-камеры наблюдаются не только прямые блики, но и блики, формируемые при отражении от стола, что усложняет задачу выделения информативных бликов компьютерными методами.

В следующем эксперименте (рис. 12) исследования проводились на расстоянии 85 см, когда обычная камера не позволяла увидеть блики от скрытой оптики, а ToF-камера формировала вполне различимое изображение. Также, как видно на фотографиях, дополнительные блики, связанные с отра-

PRACTICAL SIMULATION OF VIDEO CAMERA DETECTION USING A SMARTPHONE'S DEPTH SENSOR

The practical studies of detecting covert video cameras were performed using a Samsung Galaxy S 20+ smartphone with a built-in DeethVision ToF-camera (Fig. 4) [11]. The depth sensor operates in the ambient imaging mode using the open source ToF Viewer Android application [12]. It shows the resulting video image on the smartphone display in real time. The DeethVision camera functions in the invisible IR range with its own source that accounts for the maximum sensitivity of the silicon CCD matrix. The generated depth map is perfectly visible in absolute darkness.

The practical studies consisted of demonstration of the possible camera detection by the flare of optics, determination of technical specifications of the depth sensor of a given smartphone, for which a covert video camera model was prepared. On the basis of experimental studies performed, several proposals were made for practical implementation of the covert CCTV detection process.

DEMONSTRATION OF THE ABILITY TO DETECT VIDEO CAMERAS USING A SMARTPHONE'S DEPTH SENSOR

Verification of the possible camera detection using a smartphone's depth sensor was carried out by scanning of the external web camera (Fig. 6) and a laptop web camera (Fig. 7). The photographs given were taken with a conventional camera (on the left) and a camera with a depth sensor (on the right) at a normal location at various distances (farther and closer). As one can see from the photographs in normal light, even when placed closely, it is not possible to distinguish the webcam lens of both the external and built-in laptop cameras. It is possible to determine the camera existence by the light-colored rings around the lens entrance hole typical for the web cameras. These differences are more clearly visible during the eyeball inspection when the viewing angle is changed. When approaching the external webcam, it is possible to distinguish the pinhole lens. When using a camera with a depth sensor, the pinhole lens is clearly visible when viewed closely and is difficult to see when moving away from the object. Thus, it is possible to confirm a covert video camera detection process based on the flares from a pinhole lens using a camera with a depth sensor.



Рис. 12. Результаты наблюдения модельного объекта на расстоянии 85 см обычной камерой (сверху) и ToF-камерой смартфона (снизу)

жениями от вспомогательных поверхностей, не наблюдаются, так как побочные отраженные световые потоки ИК лазера не попадают в поле зрения скрытой камеры и не формируют дополнительные блики как в предыдущем эксперименте (рис. 11). Уже из этого эксперимента можно оценить предельный угол (порядка $15^\circ \times 2$) поля зрения модельной скрытой камеры как арктангенс отношения высоты над столом блика и диаметру стола.

Удаление на расстояние 120 см наблюдение бликов еще возможно, но при удалении на расстояние более 140 см смартфона от модельного объекта приводит к полной потере наблюдения бликов и с помощью ToF-камеры (рис. 13). Таким образом, результатами эксперимента является то, что наблюдение бликов прекращается на расстоянии $l_{\max} = 140$ см. Следующий шаг исследований – определение угла поля зрения камеры проводился на расстоянии 70 см от объекта и при параллельном перемещении смартфона относительно экрана. В результате измерений были подтверждены полученные оценки предельного угла поля зрения (рис. 12) в 15×2 градусов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДАТЧИКА ГЛУБИНЫ СМАРТФОНА SAMSUNG GALAXY S 20+ И ДЕТЕКТОР ПРОСЛУШКИ PROTECT K-18S

Как отмечалось выше для поиска скрытой оптики, может быть использован детектор K-18, в котором есть видимый красный источник света и красный



Рис. 13. Результаты наблюдения модельного объекта на предельном расстоянии 120 см обычной камерой (слева) и ToF-камерой смартфона (справа)

TEST MODEL OF A COVERT VIDEO CAMERA

A WI-FI camera was used as a control video camera simulating the covert video surveillance system (Fig. 8). In order to increase the external covertness attributes by reducing the physical dimensions, the optical unit (lens with a CCD matrix in the housing) was removed from the camera. This activity reduced the camera dimensions while completely disrupting its functionality. The physical parameters of the optical unit were determined by the hole size for the input optics that was about 3 mm, with a total diameter of the cylindrical part of the camera optical unit of 20 mm and a thickness of 24 mm.

The camera was camouflaged to match the external background using a black sheet of paper, where a hole was made for the lens (Fig. 9). The black paper background faded with the camera's black color that simulated the camera placement secrecy. During the simulation process, the task of preserving the shooting functions and completely concealing the camera placement was not set, i.e. only the conditional simulation of functioning and placement of a covert video camera was provided.

All subsequent experimental studies were performed with the described simulated covert camera in the form of a lens inserted into a hole in a black sheet of paper (Fig. 8 and Fig. 9).

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF TECHNICAL CAPABILITIES OF THE DEPTH SENSOR IN A SAMSUNG GALAXY S 20+ SMARTPHONE

The test objective was to determine the technical parameters for a simulated covert video camera detection using a camera with a smartphone depth sensor, such as the optimal distance to the object and the maximum viewing angle at which optical flare was observed most clearly.

The optical circuit of the experimental studies is shown in Fig. 10. The covert camera model (1) against the black screen (2) was placed at a certain distance l opposite to the smartphone camera (3) and the optical flare was recorded. The smartphone approached the object at a minimum distance and then moved away until the flare disappeared completely at a distance l_{\max} . As a result of this test, the maximum observation distance l_{\max} of a covert camera based on the flare was recorded with the smartphone in normal position. Further, the camera was placed at a distance $l_{\max}/2$ being half the maximum value for optimal observation of flares. At this distance, the smartphone moved parallel to the screen at a distance l_{plus} , when the flares discontinued



Рис. 14. Сравнение наблюдения модельной скрытой камеры датчиком К-18 (фотография слева) и ToF камерой (фотография справа) на расстоянии 45 см

оптический фильтр для наблюдения отраженного красного света через окуляр.

Сравнение возможностей ToF камеры и датчика К18 в обнаружение бликов оптики объектива показывает преимущества первого в обследовании помещений на наличие скрытой камеры по бликам оптики. Результаты экспериментального сравнения датчиков представлены на рис. 14 и рис. 15. Как видно из фотографий блики регистрируемые датчиком К-18 значительно слабее, чем ToF камеры. В эксперименте по сравнению (рис. 14 и рис. 15), формируемое датчиком К-18 изображение фиксировалось камерой самого смартфона, которая сама приближает объект и обладает более высокой чувствительностью к красному свету, чем глаз человека. В реально-

camera provided its clear observation. The photographs made by the ToF-camera show not only the direct flares, but also the flares obtained when reflected from the table that complicates the task of identifying informative flares using the computer methods.

During the next experiment (Fig. 12), the studies were performed at a distance of 85 cm, when a conventional camera did not allow flares from the covert optics to be seen, and the ToF-camera generated a completely visible image. Moreover, as can be seen in the photographs, additional flares related to the reflections from auxiliary surfaces are not observed, since the side reflected light fluxes of the IR laser do not fall into the field of view of the covert camera and do not generate additional flares as in the previous experiment (Fig. 11). Based on this experiment, it is possible to estimate the limiting angle (about $15^\circ \times 2$) of the viewing field of a model covert camera as the arctangent of the flare height above the table and the table diameter.

When moving at a distance of 120 cm, it is still possible to observe the flares, but when the smartphone is removed at a distance of more than 140 cm from the model, it leads to a complete loss of flare observation using the ToF-camera (Fig. 13). Thus, the test results confirm that the observation of flares is stopped at a distance $l_{\max} = 140$ cm. The next stage of the research, namely determination of the camera's field of view angle,

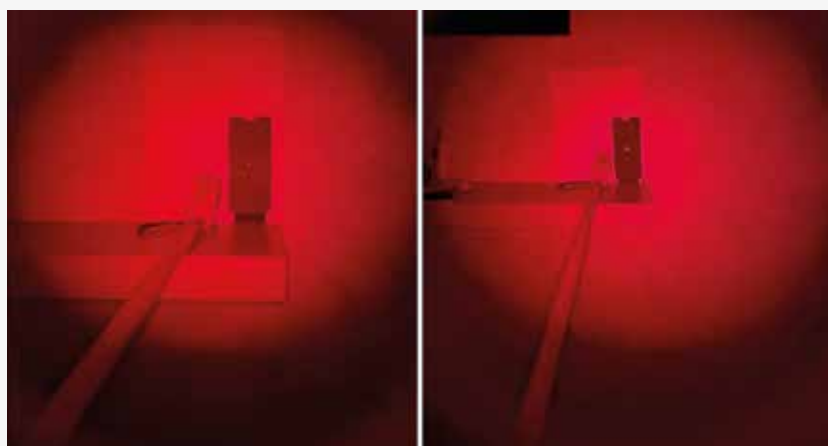


Рис. 15. Сравнение наблюдения модельной скрытой камеры датчиком К-18 (фотография слева) и ToF камерой (фотография справа) на расстоянии 125 см



сти, наблюдение необходимо производить только глазом через объектив, что еще усложняет процедуру поиска.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ СКРЫТЫХ ВИДЕОКАМЕР

Проведенные практические исследования и полученные результаты позволяют предложить для защиты личного пространства человека технологию и методику проведения обследований помещений, выделенных пространств на предмет наличия технических средств скрытого видеонаблюдения. Смартфон с датчиком глубины можно предложить использовать для профессиональной защиты визуальной информации при улучшении его характеристик. Эффективность обнаружения оптики скрытых видеокамер может быть повышена путем увеличения мощности и когерентности (монохромности) излучения инфракрасного лазера засветки, которое приведет к увеличению дальности обнаружения камер, вследствие более высокой отражаемой мощности, и точности измерения разности проходимых расстояний лазерным излучением, вследствие использования фазовых методов измерения. На практике для выявления бликов оптики камер большое значение имеет качество ПЗС-матрицы и дисплея смартфона (разрешение, яркость, контрастность). Отмеченные рекомендации могут значительно повысить эффективность обнаружения профессиональных скрытых видеокамер с малым входным отверстием (пинхолом) объектива, который может быть менее 1 мм, что создает малые интенсивности отраженного излучения.

По результатам проведенных исследований можно выделить необходимые условия обследований для поиска видеокамер:

- наличие смартфона с датчиком глубины и программным обеспечением по визуализации;
- апробация работы датчика для обнаружения камер по бликам на основе имеющихся в наличии, таких как веб-камера ноутбука или других камер;
- опыт получения простейших навыков в обнаружении;
- определение параметров датчика для обнаружения скрытой оптики.

На основании таких требований можно предложить несколько методик обследований помещений в реальных условиях.

was carried out at a distance of 70 cm from the object with parallel movement of the smartphone relative to the screen. As a result of measurements, the obtained estimates of the field of view limiting angle (Fig. 12) of 15x2 degrees were confirmed.

EXPERIMENTAL COMPARISON OF TECHNICAL CAPABILITIES OF THE DEPTH SENSOR IN A SAMSUNG GALAXY S 20+ SMARTPHONE AND WIRETAPPING DETECTOR PROTECT K-18S

As it has been noted above, to search for covert optics, the K-18 detector can be used. It has a visible red light source and a red optical filter to observe the reflected red light through the eyepiece.

A comparison of capabilities of the ToF-camera and the K18 sensor in detecting the lens flares demonstrates the advantages of the first method when inspecting the rooms for the covert camera availability using the lens flares. The results of experimental comparison of the sensors are given in Fig. 14 and fig. 15. As it can be seen from the photographs, the flares recorded by the K-18 sensor are much weaker than provided by the ToF-camera. In the comparison experiment (Fig. 14 and Fig. 15), the image generated by the K-18 sensor was recorded by the smartphone camera that approximated the object and had a higher sensitivity to red light than the human eye. In reality, observation must be performed only with the eye through the lens that further complicates the search procedure.

STUDY RESULTS AND PROPOSALS FOR DETECTING COVERT VIDEO CAMERAS

The practical studies performed and the results obtained make it possible to propose the technology and method for conducting inspections of premises and confidence rooms for the availability of covert CCTV systems in order to protect the personal private space. A smartphone with a depth sensor can be used to professionally protect visual information while improving its performance. The detection efficiency of the covert video cameras can be enhanced by increasing power and coherence (monochrome) of the infrared laser radiation that will lead to an increase in the detection range of cameras, due to the higher reflected power, and measurement accuracy of the difference in distances traveled by the laser radiation as a result of phase measurement methods. In practice, to detect any flares from the camera optics, the CCD matrix and smartphone display quality (resolution, brightness, contrast) is of great importance. The given recommendations can sig-



А. МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ И ВЫДЕЛЕННЫХ) С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА С ДАТЧИКОМ ГЛУБИНЫ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ СКРЫТЫХ ВИДЕОКАМЕР

1. Настройка/подготовка/калибровка. Используя эталонные видеокамеры из имеющихся в наличии настроить смартфон с датчиком глубины по их обнаружению - определить вид бликов, определить максимальную длину наблюдения l_{\max} и расстояние l_{plus} ;
2. Провести обследование стен помещения с записью изображения, расположив камеру смартфона на оптимальном расстоянии $l_{\max}/2$ и двигая с покачиваниями параллельно стене;
3. Визуально определяем проблемные места с подозрением на наличие видеокамер по появляющимся бликам;
4. Вывести видеозапись на большой экран монитора в замедленном режиме - повторно визуально определяем проблемные места с подозрением на наличие видеокамер по появляющимся бликам;
5. Отдельно исследовать проблемные места на более близком расстоянии с медленным перемещением видеокамеры смартфона;
6. Сделать выводы о наличии скрытых видеокамер.

В качестве развития методики обследований, когда обследующий помещение не имеет существенного опыта или не обладает физическими данными для эффективного обследования, такого, например, как плохое зрение, невнимательность и другие, для обследования он может привлечь удаленных помощников и провести обследование в онлайн режиме используя коммуникационные возможности смартфона. В этом случае методика изменится при сохранении всех основных принципов, но может быть повышена эффективность и скорость процесса.

В. МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА С ДАТЧИКОМ ГЛУБИНЫ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ СКРЫТЫХ ВИДЕОКАМЕР В ОНЛАЙН РЕЖИМЕ С ПОМОЩНИКОМ

1. Подготовить смартфон к проведению обнаружению видеокамер с помощью датчика глубины на примере выше представленных предложений;

nificantly increase the detection efficiency of professional covert video cameras with a small input hole (pinhole) of the lens that can be less than 1 mm while developing low intensities of reflected radiation.

Based on the research results, it is possible to identify the necessary inspection conditions for searching for video cameras:

- availability of a smartphone with a depth sensor and visualization software;
- practical evaluation of the sensor to detect cameras by the flares based on the available ones, such as a laptop webcam or other cameras;
- experience in obtaining the basic detection skills;
- determination of sensor parameters for detecting the covert optics.

Based on these requirements, several real time room inspection methods can be proposed.

А. ROOM INSPECTION METHOD (INCLUDING CONFIDENCE ROOMS) USING A SMARTPHONE WITH A DEPTH SENSOR TO DETECT COVERT VIDEO CAMERAS

1. Setup/preparation/calibration. While using standard available video cameras, configure a smartphone with a depth sensor for detection: determine the type of flares, establish the maximum observation length l_{\max} and distance l_{plus} ;
2. Conduct an inspection of the room walls with image recording, placing the smartphone camera at the optimal distance $l_{\max}/2$ and moving it with swinging parallel to the wall;
3. Visually identify the hotspots suspected for the availability of video cameras based on the flares occurred;
4. Display the video recording on a large monitor screen in the slow-motion mode: visually re-identify the hotspots suspected for the availability of video cameras based on the flares occurred;
5. Separately examine the hotspots at a closer distance with slow movement of the smartphone's video camera;
6. Draw conclusions about the availability of covert video cameras.

When the person examining the premises does not have significant experience or does not have the physical capabilities for an effective survey, such as, for example, poor vision, poor attention to details, etc., he can involve any remote assistants in the examination or conduct the examination in the online mode

2. Установить онлайн связь с удаленным помощником для передачи видеоизображения на удаленный большой монитор в реальном времени;
3. Проводить мониторинг помещения с постоянной голосовой связью с помощником.

В лучшем случае помощник представляет собой специалиста или эксперта в области обнаружения скрытых камер, который находится на расстоянии и осуществляет поддержку и консультации в режиме реального времени. Он помогает при проведении проверки на наличие скрытых видеокамер, анализирует предоставленное видеоизображение и дает рекомендации по дальнейшим действиям. Удаленный помощник значительно повышает эффективность процесса обнаружения скрытых камер и снижает вероятность пропуска потенциальных угроз, так как опирается на опыт и знания эксперта в данной области. Для передачи видеоинформации и установления устойчивого соединения можно использовать различные приложения, такие как Discord или Skype, позволяющие передавать запись экрана в онлайн режиме.

В процессе работы использовалось приложение Discord, изображение можно увеличить, для более отчетливого исследования. В этом случае, блик отчетливо виден на большом экране компьютера, что позволяет с большой долей вероятности обнаружить видеокамеру. Также данный способ увеличивает вероятность обнаружить видеокамеру, так как в поисках могут участвовать несколько человек, один из которых может быть опытным экспертом.

В онлайн режиме возможно использование нейросетей для обнаружения скрытых камер, что связано с эффективным использованием нейросетей для обработки изображений [13]. Успешное использование нейросетей в распознавании лиц, физических объектов, символов позволяет применить данную технологию в выявление скрытой оптики по бликам. Схема обследования позволяет исключить человека в поиске и проводить автоматический анализ в реальном времени на удаленном сервере подготовленной на большом объеме практических работ нейросетью, доступ к которой может быть платным. Предлагаемый сервис позволяет перенести в вычислительные ресурсы с ограниченного в них мобильного устройства на удаленный сервер, а также компенсировать не лучшие технические характеристики датчика глубины смартфона.

using the smartphone's communication capabilities. In this case, the method will be changed while maintaining all the basic principles. However, the process efficiency and velocity can be increased.

B. ROOM INSPECTION METHOD BY A SMARTPHONE WITH A DEPTH SENSOR TO DETECT COVERT VIDEO CAMERAS IN THE ONLINE MODE WITH AN ASSISTANT

1. Prepare a smartphone for detection of video cameras using a depth sensor by the example of proposals from the previous methods;
2. Establish an online connection with a remote assistant for real time transmission of video images to a remote large monitor;
3. Monitor the premises with the constant voice communication with an assistant.

At the best case, the assistant is a specialist or expert in the field of covert camera detection who is located at a distance and provides the real time support and advice. He helps during the examination for availability of covert video cameras, analyzes the provided video image and makes recommendations for further actions. The remote assistant significantly improves efficiency of the covert camera detection process and reduces the likelihood of missing potential threats, as he relies on the experience and expert knowledge in the given area. It is possible to use various applications to transmit video information and establish a stable connection, such as Discord or Skype that allow to ensure online transmission of screen recordings.

During the work, the Discord application was used; the image can be enlarged for a clearer examination. In this case, the flare is clearly visible on a large computer screen that makes it possible to detect a video camera with a high probability degree. Moreover, this method increases the likelihood of video camera detection, since several people may participate in the search, one of whom may be an experienced specialist.

In the online mode, it is possible to use neural networks to detect any covert cameras that is based on the efficient use of neural networks for image processing [13]. The successful application of neural networks in recognizing any faces, physical objects, and symbols makes it possible to use this technology to detect covert optics using the flares. The examination pattern allows to exclude a person from the search and perform real time automatic analysis with a remote server using a neural network prepared on the basis of a large data amount, access to which may be paid.



С. МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА С ДАТЧИКОМ ГЛУБИНЫ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ СКРЫТЫХ ВИДЕОКАМЕР С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕЙ

Методика включает в себя следующие этапы:

1. Подготовить смартфон к проведению обнаружению видеокамер с помощью датчика глубины на примере предложений предыдущих методик;
2. Создать и обучить нейросеть на собранных данных, используя техники машинного обучения и глубокого обучения. Целью обучения является научить нейросеть распознавать наличие скрытых камер на изображениях.
3. Интегрировать обученную нейросеть в мобильное приложение или веб-сервис, которое будет использоваться для обнаружения скрытых камер в режиме реального времени. Приложение должно быть способно обрабатывать видеопоток с камеры смартфона или другого устройства и передавать его на анализ нейросети.
4. Во время использования приложения для обнаружения скрытых камер нейросеть будет анализировать видеопоток, искать признаки наличия камер и определять их местоположение на изображении.
5. При обнаружении оптики скрытой видеокамеры нейросетью, приложение должно оповестить пользователя, указав на обнаруженную камеру и предоставив возможность принять решения (например, фотографировать камеру, сообщить о ней или удалить ее).

Эффективность нейросети в обнаружении скрытых камер будет зависеть от качества обучающих данных и архитектуры самой нейросети. Постоянное обновление данных и дополнительное обучение нейросети позволит повысить достоверность обнаружения и адаптироваться к новым типам скрытых камер.

Таким образом, на основании проведенных практических исследований представлено три методики поиска скрытых видеокамер при помощи датчика глубины смартфона. Каждая методика требует определенного технического оснащения и разных финансовых затрат. В случае использования технологий обработки данных с помощью нейросетей требуются организационно-технические ресурсы по созданию удаленного доступа, выделения облачных ресурсов по обработке данных и практическая работа по обучению

The proposed service allows to transfer computational resources from a limited mobile device to a remote server, as well as to compensate for the poor technical specifications of the smartphone's depth sensor.

С. ROOM INSPECTION METHOD WITH A SMARTPHONE WITH A DEPTH SENSOR TO DETECT COVERT VIDEO CAMERAS USING THE NEURAL NETWORKS

This method provides for the following stages:

1. Prepare a smartphone for detection of video cameras using a depth sensor by the example of proposals from the previous methods;
2. Develop and train a neural network with the gathered data using the machine learning and deep learning techniques. The training aim is to teach the neural network to recognize the availability of covert cameras in the images.
3. Integrate the trained neural network into a mobile application or web service to be used to detect covert cameras in real time. The application must be able to process the video stream from the camera of a smartphone or other device and transmit it to the neural network for analysis.
4. When using an application to detect covert cameras, the neural network will analyze the video stream, search for the signs of cameras and determine their location in the image.
5. When the optical device of a covert video camera is detected by a neural network, the application must notify the user while showing the detected camera and providing the opportunity to make decisions (for example, take a photo of the camera, make a report, or remove it).

The neural network efficiency in detecting any covert cameras will depend on the training data quality and the neural network architecture. The constant data update and additional training of the neural network will increase the detection reliability level and adapt to the new types of covert cameras.

Thus, based on the practical studies performed, three search methods for covert video cameras using a smartphone depth sensor are provided. Each method requires certain technical equipment and various financial costs. In the case of using data processing technologies with the neural networks, some organizational and technical resources are required to provide remote access, allocate the cloud resources for data processing, and perform practical training work in relation to the neural network. The covert optics detection method using the neural networks



нейросети. Метод обнаружения скрытой оптики нейросетями представляется наиболее перспективным в силу быстрого развития технологий распознавания образов в системах компьютерного зрения на основе нейросетей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные практические исследования защиты личного пространства человека от скрытого видеонаблюдения при проведении частных встреч, переговоров и других конфиденциальных мероприятий путем фиксации бликов оптики с помощью датчика глубины смартфона показали высокую эффективность обнаружения систем скрытого видеонаблюдения. Простота реализации процедуры обследования при использовании общедоступного оборудования позволяет достичь необходимо результата без лишних затрат и усилий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярочкин В. И. Информационная безопасность: Учебник для вузов. / М.: Акад. Проект, 2012. 544 с.
2. Хорев А. А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов. В 3 т. Том 1. Технические каналы утечки информации. / М.: НПЦ «Аналитика». 2008. 436 с.
3. Хорев А. А. Средства скрытного видеонаблюдения и съёмки (по материалам иностранной печати) // Специальная техника. 2010. № 3. С. 2–23.
4. Алферов В. Ю., Федюнин А. Е., Перетягко Н. М. Специальная техника органов внутренних дел. Использование средств оперативного наблюдения в борьбе с преступностью: учебное пособие / Саратов: ССЭИ РЭУ им. Г. В. Плеханова. 2012. 88 с.
5. Хорев А. А. Средства выявления систем скрытого видеонаблюдения // Специальная техника. 2015. № 6. С. 53–61.
6. Ахманов С. А., Никитин С. Ю. Физическая оптика. / М.: Изд-во МГУ, Наука, 2004. 656 с.
7. Улисс Делябр Смартфоника: научные эксперименты со смартфоном / пер. с фр. П. Ю. Сергеевой; ред. В. И. Петровичев. / М.: ДМК Пресс, 2021. 186 с.
8. Dal Mutto C., Zanuttigh P. and Cortelazzo G. M. Time-of-Flight Cameras and Microsoft KinectTM. A user perspective on technology and applications. / Springer Briefs in Electrical and Computer Engineering, 2012. 108 p. DOI:10.1007/978-1-4614-3807-6
9. Miles Hansard, Seungkyu Lee, Ouk Choi, Radu Horaud Time-of-Flight Cameras: Principles, Methods and Applications. / Springer Science & Business Media, 2012. 96 p. DOI: 10.1007/978-1-4471-4658-2
10. Sriram Sami, Sean Rui Xiang Tan, Bangjie Sun, and Jun Han LAPD: Hidden Spy Camera Detection using Smartphone Time-of-Flight Sensors. In The 19th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys '21), November 15–17, 2021, Coimbra, Portugal. ACM, New York, NY, USA, pp 288–301. DOI:10.1145/3485730.3485941
11. Новые функции смартфона Galaxy S20. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.samsung.com/ru/support/mobile-devices/check-out-the-new-camera-functions-of-galaxy-s20-plus-s20-ultra/> (дата обращения: 2023.05.17)
12. Описание ToF Viewer. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://m.apkpure.com/ru/tof-viewer-night-vision/com.lvonasek.tofviewer> (дата обращения: 2023.05.17)
13. Хайкин Саймон Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир В. Гришачев, к. ф.-м. н., доцент, Российский государственный гуманитарный университет, Москва, Россия.

ORCID: 0000-0002-7585-7282

Андрей С. Юсуповский, студент, Российский государственный гуманитарный университет, Москва, Россия.

seems to be the most promising one due to the rapid development of pattern recognition technologies in the computer vision systems based on the neural networks.

CONCLUSION

Practical studies of the personal private space protection against the covert CCTV systems during the private meetings, negotiations and other confidential events by the optical flare recording using a smartphone depth sensor have demonstrated the high efficiency of detecting covert video surveillance systems. The ease of implementation of the examination procedure using the generally available equipment allows to achieve the desired result without any unnecessary costs and efforts.

REFERENCES

1. Yarochkin, V. I. Information security: Textbook for universities. "Akad. Project", Moscow, Russia. (2012).
2. Horev, A. A. Technical protection of information: studies. a manual for university students. In 3 volumes. Volume 1. Technical channels of information leakage, NPC "Analytics", Moscow, Russia. (2008).
3. Horev, A. A. "Means of hidden video surveillance and shooting (based on foreign press materials)", *Special'naya tekhnika*, no. 3, pp. 2–23, (2010).
4. Alferov, V. Yu., Fedyunin, A. E., Peretyatko, N. M. Special equipment of internal affairs bodies. The use of operational surveillance tools in the fight against crime: a textbook. SSEI REU im. G. V. Plekhanova, Saratov, Russia. (2012).
5. Horev, A. A. "Means of detecting hidden video surveillance systems", *Special'naya tekhnika*, no. 6, pp. 53–61. (2015)
6. Akhmanov S. A., Nikitin S. Yu. Physical optics. "Publishing House of Moscow State University", "Nauka", Moscow, Russia. (2004).
7. Ulysse Delabre Smartphones: scientific experiments with a smartphone / Translated from the French by P. Y. Sergeeva; edited by V. I. Petrovichev. / "DMK Press", Moscow, Russia. (2021).
8. Dal Mutto C., Zanuttigh P. and Cortelazzo G. M. Time-of-Flight Cameras and Microsoft KinectTM. A user perspective on technology and applications. Published in "Springer Briefs in Electrical and Computer Engineering". (2012) DOI:10.1007/978-1-4614-3807-6
9. Miles Hansard, Seungkyu Lee, Ouk Choi, Radu Horaud Time-of-Flight Cameras: Principles, Methods and Applications. "Springer Science & Business Media". (2012) DOI: 10.1007/978-1-4471-4658-2
10. Sriram Sami, Sean Rui Xiang Tan, Bangjie Sun, and Jun Han LAPD: Hidden Spy Camera Detection using Smartphone Time-of-Flight Sensors. In The 19th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys '21), November 15–17, 2021, Coimbra, Portugal. ACM, New York, NY, USA, pp 288–301. (2021) DOI: 10.1145/3485730.3485941
11. New functions of the Galaxy S20 smartphone. [Electronic resource] – Access mode: <https://www.samsung.com/ru/support/mobile-devices/check-out-the-new-camera-functions-of-galaxy-s20-plus-s20-ultra/> (accessed: 2023.05.17)
12. Description of ToF Viewer. [Electronic resource] – Access mode: <https://m.apkpure.com/ru/tof-viewer-night-vision/com.lvonasek.tofviewer> (accessed: 2023.05.17)
13. Simon Haykin Neural networks. A comprehensive foundation. Second Edition. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 1999.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Vladimir V. Grishachev, Cand. of Sci. (Phys. and Math.), associate professor, Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia.

ORCID: 0000-0002-7585-7282

Andrey S. Yusupovskiy, student, Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia.