

радиопомех и испытаний на устойчивость к излучаемым радиопомехам. Введ. 2008-12-25. М. : Госстандарт России, 2009. 75 с.

4. ГОСТ Р 50414–92. Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование для испытаний. Камеры экранированные. Классы, основные параметры, технические требования и методы испытаний. Введ. 1992-26-11. М. : Госстандарт России, 1992. 28 с.

## **СПОСОБ БЕСКОНТАКТНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛИЦА СУБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ<sup>1</sup>**

*Е. А. Левитская*

(Омск, СибАДИ, laska\_kb@mail.ru)

Задача обнаружения лица субъекта часто является важным шагом в процессе решения основной задачи системы безопасности. Так, для построения бесконтактной системы оценки концентрации паров алкоголя или наркотических веществ в выдыхаемом воздухе [1] сначала требуется определить положение лица субъекта, так как именно в этом направлении будет наибольшая концентрация искомым веществ. Для решения данной задачи имеющиеся методы локализации и отслеживания положения лица неприменимы, так как они предполагают наличие фото- или видеоизображения, трудоемки и сложны в реализации.

Кожа человека является примером так называемой мутной среды. В то же время она является живой многослойной средой, содержащей различные включения, такие как, например, кровеносные сосуды, в которых происходит движение крови.

При взаимодействии ИК-излучения с биотканью сохраняются все законы оптики (рис. 1).

Коэффициент отражения от кожи лежит в пределах от 10 до 55 % и зависит от спектра излучения, а также от степени пигментации

---

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках реализации задания Министерства образования и науки РФ № 8.2018.2011 и при поддержке РФФИ договор № НК 13-07-0246\13 от 17.05.2013 г.

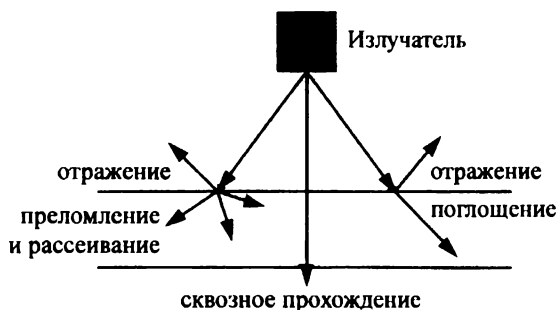


Рис. 1. Прохождение инфракрасного излучения через биоткань

и морщинистости кожи, наличия жира и влаги (т. е. от пола, возраста и цвета кожи) [2].

В биологических тканях поглощение оптического излучения в основном вызвано молекулами воды, так как она является главной составляющей большинства тканей. Человеческий организм на 55–65 % состоит из воды. В ультрафиолетовом и ближнем инфракрасном диапазоне коэффициент поглощения воды очень мал. В этих областях поглощение ткани определяется спектрами поглощения пигментов, в частности для кожи – спектрами поглощения меланина и крови.

Меланин является основным пигментом кожи, его вырабатывают клетки базального (нижнего) слоя эпидермиса – меланоциты. Функция меланина – защита кожи от вредного воздействия солнечных лучей. От количества меланина зависит цвет кожи и ее чувствительность к воздействию света. Чем больше вырабатывается меланина, тем интенсивнее и темнее окраска кожи.

Поглощение меланина является основным составляющим полного поглощения эпидермиса. Его коэффициент поглощения монотонно возрастает с уменьшением длины волны (рис. 2).

Для расчетов интерес представляет величина оптической плотности ( $OD$ ) эпидермиса, которая равна:

$$OD = \mu_a \times h_e,$$

где  $\mu_a$  – коэффициент поглощения меланина,  $h_e$  – толщина слоя эпидермиса.

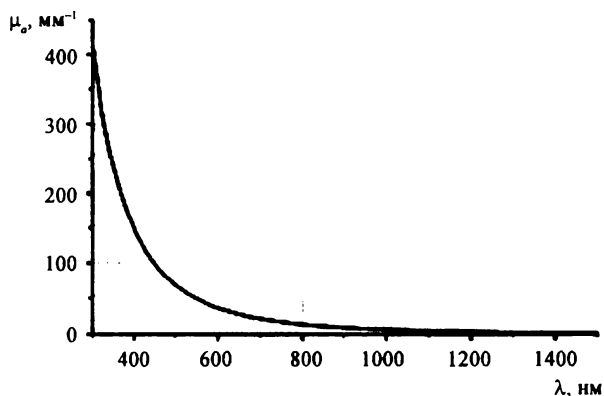


Рис. 2. Спектр поглощения меланина

Оптическая плотность эпидермиса зависит от количества содержащегося в нем меланина, следовательно, сильно зависит и от типа кожи человека.

Из рис. 3 видно, что на длине волны  $\lambda_{10} = 1,12$  мкм коэффициент отражения лица превышает отражение на длине волны  $\lambda_{1\mu} = 1,2$  мкм в зависимости от национальности субъекта в 2 и 1,5 раза. С учетом этого обстоятельства для обнаружения меланина в поле зрения оптической системы необходимо произвести посылки импульсов оптического излучения на указанных длинах волн и сравнить отраженные сигналы путем вычисления отношения  $Q = U_{\lambda_{10}}/U_{\lambda_{1\mu}}$ , где  $U_{\lambda_{10}}$ ,  $U_{\lambda_{1\mu}}$  – амплитуды принятых и усиленных импульсов на длинах волн  $\lambda_{10}$  и  $\lambda_{1\mu}$  соответственно. Если результат отношения попадет в заранее установленный диапазон, можно говорить, что меланин в поле зрения оптического прибора присутствует. Ясно, что введенная функция  $Q(U_{\lambda_{10}}, U_{\lambda_{1\mu}})$  – случайный процесс и принятие решения «субъект в поле зрения» требует привлечения статистических процедур обработки сигналов.

Сопоставление принимаемых сигналов на указанных длинах волн должно вестись непрерывно, изменением положения оптической оси достигается выполнение базового условия  $U_{\lambda_{10}} = 1,5 \times U_{\lambda_{1\mu}} \pm \Delta$ , где  $\Delta$  – устанавливаемая экспериментально выравнивающая добавка.

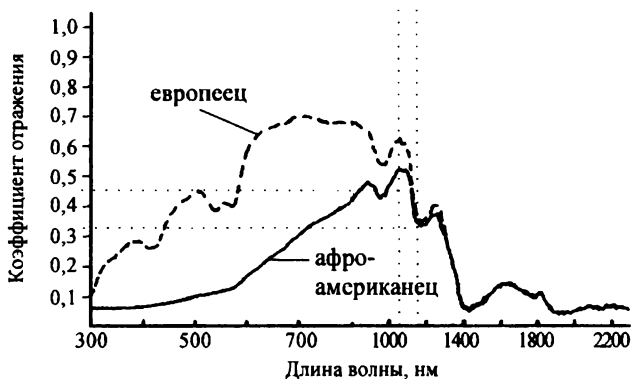


Рис. 3. Коэффициент отражения кожи европейца и афроамериканца [3]

Шумы в приемопередающих каналах и колебания отражения кожи не позволяют удерживать обозначенное условие постоянным. При сканировании фона и удерживании субъекта в поле зрения оптической системы происходят сбои: субъект то фиксируется, то исчезает. Для уменьшения этого эффекта каждая из принимаемых последовательностей отраженных сигналов  $U_{\lambda_{10}}$  и  $U_{\lambda_{1n}}$  суммируется и в соответствии с фундаментальным принципом теории борьбы с помехами отношение сигнал/помеха в благоприятном случае возрастает пропорционально  $\sqrt{n}$ , где  $n$  — число актов суммирования.

Так, если в поле зрения системы субъект находится в течение 1 с и период посылки импульсов 40 мкс, то число накопленных отсчетов составит 25000 и отношение сигнал/шум при некоррелированных отсчетах шума возрастет почти в 160 раз (с учетом корреляции ~ в 50 раз). Этого достаточно для решения измерительных задач.

Формируемые суммы сравниваются до получения устойчивого эффекта выполнения базового условия, означающего попадание лица субъекта в поле зрения оптической системы.

Данный способ бесконтактного обнаружения лица субъекта актуален в системах безопасности, в которых не предусмотрены фото- или видеоизображения субъекта, а локализация лица необходима для корректного решения основной задачи.

## Библиографические ссылки

1. *Левитская Е. А.* Возможность скрытой дистанционной оценки степени алкогольного опьянения водителя транспортного средства // Вестн. Сибир. гос. автомобильно-дорожной академии. 2013. № 1 (29). С. 31–35.
2. *Kim Youngshin, Na Jaekeun, Yoon Seongbeak, Yi Juneho.* Masked fake face detection using radiance measurements // Optical Society of America. 2009. Vol. 26, Nr 4. P. 760–765.
3. *Пушкарева А. Е.* Методы математического моделирования в оптике биоткани : учеб. пособие. СПб. : СПбГУ ИТМО, 2008. 103 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АНТЕНН ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АНТЕННЫХ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ

*Н. И. Лю, В. К. Некрасов*

(Екатеринбург, УрФУ, talion@el.ru, macmalik@mail.ru)

Научный руководитель: доцент кафедры РТС ИРИТ-РТФ УрФУ *Е. И. Духан*

В книге известного специалиста в области построения сигнализационных систем охраны И. И. Груба [1] описаны так называемые антенные средства обнаружения (АСО).

Принцип действия антенных средств обнаружения (СО) довольно прост (рис. 1). В качестве блока обработки сигналов (БОС) средства обнаружения может выступать обычный УКВ-приемник не слишком высокого качества. Чувствительным элементом СО может служить антенна соответствующего диапазона. Устройство настраивается на частоту вещания одной из местных радиостанций УКВ-диапазона, для которой обеспечивается уверенный прием на участке, подлежащем сигнализационному контролю. Отражаясь от различных объектов, электромагнитные колебания образуют сложную суперпозицию бегущих и стоячих волн. Распределение электромагнитного поля вблизи приемной антенны можно считать квазистационарным. Приближение человека к антенне меняет установившуюся картину стоячих волн, в результате чего амплитуда несущей радиосигнала испытывает флуктуации. Регистрация и анализ флуктуаций амплитуды несущей с частотами, соответствующи-