

существенные изменения в электромагнитной обстановке, которые сопровождаются как количественными, так и качественными особенностями:

- наблюдается общее увеличение электромагнитного фона за счет наращивания количества излучающих технических средств, несмотря на некоторое снижение парциальных мощностей;

- имеет место распространенная практика концентрации излучающих технических средств на ограниченных территориях с повышенным уровнем урбанизации, а также на высотных сооружениях и специализированных башнях;

- некоторые технологии сопровождаются излучением ЭМП с качественно отличными пространственно-временными характеристиками (поляризация, спектр, несущие частоты);

- на общую электромагнитную обстановку, создаваемую техническими средствами телекоммуникаций, накладывается фон, обусловленный функционированием устройств клиентского уровня сетей;

- электромагнитная обстановка в значительной степени стала зависеть от тактики работы технических средств, определяемой загрузкой сети.

Конечно же, эти изменения должны сопровождаться корректировкой соответствующей методической документации (МУК), которая содержит методологию электромагнитного мониторинга, то есть определяют порядок проведения расчетных и инструментальных работ.

Список использованных источников

1. Маслов М.Ю., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Электромагнитный мониторинг мегаполиса // Труды НИИР. –2013. № 4. С. 5-11.

2. Маслов М.Ю., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М.. Современные проблемы электромагнитной экологии. Электросвязь. – 2014. – №10. – С. 39-42

УДК 535.016

## **РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ И ОБЪЕМА ЖИДКОСТИ**

С.А. Борминский, Д.Р. Таипова

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва»

Оптическое измерение уровня и объема жидкости является актуальным направлением в измерительной технике и может быть использовано для высокоточного измерения уровня и объема топлива в баках подвижных

объектов, резервуарных парков нефтебаз и автозаправочных станций, а также в других ёмкостях, используемых для хранения и производства жидких продуктов.

Существуют оптические устройства для измерения уровня жидкости [1, 2], содержащие помещённую в контролируемую среду вертикально расположенную трубку, на верхнем торце которой расположен лазерный дальномер, подключенный к блоку передачи данных. Недостатком данного устройства является сложность реализации, связанная с необходимостью установки в резервуар трубки, обеспечения коэффициента отражения лазерного луча достаточного для выполнения измерений лазерным дальномером, а также отсутствие возможности измерения реального объема жидкости в резервуаре. В большинстве случаев объем продукта рассчитывается из уровня жидкости по тарифовочным таблицам, которые не учитывают изменение геометрических параметров резервуара, связанных с температурой, давлением и возможной внешней механических деформаций. В связи с этим главной задачей в данной области техники является расширение функциональных возможностей устройства - измерение объема жидкости с учетом реальной формы резервуара без использования тарифовочных таблиц.

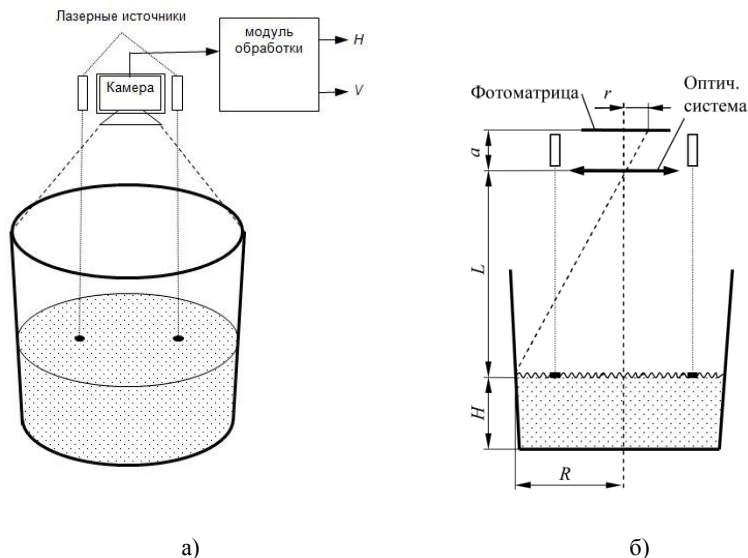
Устройство, изображенное на рисунке 1, работает следующим образом: уровень жидкости определяется по алгоритму, описанному в патенте на полезную модель [1], суть которого состоит в том, что один или несколько лучей от источников лазерного излучения оставляют метки на поверхности жидкости, как показано на рисунке 1. Затем по координатам на матрице данных меток в модуле обработки согласно описанным в патенте алгоритмам происходит вычисление уровня жидкости.

Разрабатываемое устройство не требует предварительной тарифовки и определяет объем жидкости автоматически при первом же наполнении резервуара. В основе работы устройства лежит тот факт, что жидкая среда в месте соприкосновения с резервуаром оставляет видимый след, координаты на изображении которого определяются блоком распознавания границы жидкости. Алгоритм работы данного блока основан на поиске линии контраста на изображении, при этом для уменьшения погрешности отбрасываются резкие скачки и разрывы данной линии. Для облегчения поиска границы жидкости желательно иметь резервуар темных тонов.

Координаты границы между жидкостью и резервуаром передаются в блок вычисления площади жидкости. Расстояния  $L$  и  $H$  (рисунок 1 – б) являются заранее вычисленной величиной с помощью блока вычисления уровня. Расстояние между матрицей и оптической системой  $a$  является также известной величиной. Для получения  $a$  можно воспользоваться классической формулой для собирающей линзы:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{L} + \frac{1}{a},$$

где  $f$  – фокусное расстояние оптической системы.



а – структурная схема устройства, б – оптическая схема процесса измерения

Рисунок 1 – Схема устройства

Расстояние от центра до стенки резервуара  $R$  может быть получено из подобия треугольников:

$$R = r \frac{L}{a}.$$

Дальнейшая обработка сводится к расчету площади криволинейной фигуры с известными координатами узлов.

Работа блока вычисления объема основана на хранении таблицы сечений, в которой представлена зависимость площади жидкости от уровня в резервуаре  $H$ . При первом же наполнении резервуара происходит заполнение таблицы сечениями значениями  $S_h$  через шаг уровня  $dh$ . Получить текущий объем жидкости в резервуаре можно по формуле:

$$V = \sum_{h=0}^H S_h \cdot dh$$

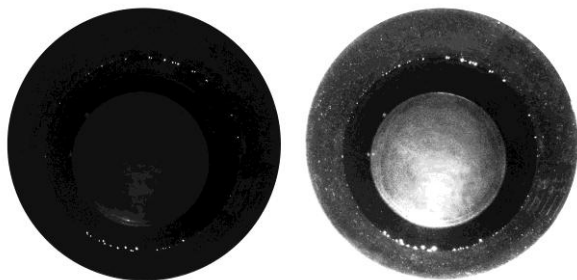


Рисунок 2 – Изображение резервуара, получаемое с камеры

Обработка полученных данных может быть выполнена с помощью одного микроконтроллера: например, можно использовать стандартный цифровой фотоаппарат с измененной программой. В качестве источника освещения внутри резервуара можно использовать светодиодную ленту.

Таким образом, разработанная модель позволяет проводить автоматическую градуировку резервуара и вычисление объема жидкости без дополнительных технологических операций и тарировочных таблиц. Дополнительным преимуществом устройства является измерение геометрии резервуара при каждом сливе/наливке продукта, что позволяет учитывать изменение формы в процессе эксплуатации резервуара. Также устройство позволяет контролировать опасные отклонения в геометрических параметрах резервуара, например, большие вмятины, что особенно важно при эксплуатации на подвижных объектах.

#### Список использованных источников

1. Пат. 115886 Российская Федерация, МПК G01F1/86 «Устройство для измерения уровня жидкости в резервуарах», / Скворцов Б.В., Блинов Д.И., Солнцева А.В., Борминский С.А.; патентообладатели федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)" (СГАУ)» - № 2011151843/28; заявл. 19.12.2011; опубл. 10.05.2012 бюл. №13, 10.05.2012 г.

2. Пат. 135121 Российская Федерация, МПК G01F1/86 «Лазерно-акустический уровнемер»,/Скворцов Б.В., Блинов Д.И., Борминский С.А., Мальшева-Стройкова А.Н.; патентообладатели федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева

(национальный исследовательский университет)" (СГАУ)» - № 2013120735/28; заявл. 06.05.2013; опубл. 27.11.2013 бюл. №33, 27.11.2013 г.

УДК 621.396; 621.397

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ  
СТАНДАРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СЕНСОРНОЙ СЕТИ В  
УСЛОВИЯХ СЛУЧАЙНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ МИНИАТЮРНЫХ  
ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИХ РАДИОМОДУЛЕЙ НА ЗЕМНОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ**

О.А. Минаева, Ю.В. Самойлов  
г. Самара, Филиал ФГУП НИИР – СОНИИР

Доклад посвящен экспериментальным исследованиям эффекта многолучевого распространения сигнала в условиях приземного расположения приёмопередающих устройств. Известно, что даже в приближении идеально плоской поверхности земли эллипсоид доминантной (существенной для распространения) области радиолинии будет частично проходить под землей. При этих условиях поле в точке приема будет представлять собой суперпозицию полей весьма большого числа парциальных волн, обусловленных рассеянием на подстилающей поверхности, неровностях местного рельефа, местных предметах (зданий, сооружений и т.д.), придающих процессу распространения излучения многолучевой характер и формирующих сложную интерференционную структуру поля с глубокими и быстрыми замираниями.

В литературе показано, что замирания сигнала, вызванные многократными переотражениями, обуславливаются рассеянием сигнала во временной области. Между тем, движение одного из узлов системы (например, радиомодуль на борту БПЛА), может вызывать также и рассеяние сигнала в частотной области, также приводящее к замираниям.

Соответственно, канал распространения сигнала, при приземном расположении антенн, ожидаемо должен обладает ярко выраженным частотно-временным рассеянием (ЧВР).

Для описания замираний в каналах с ЧВР часто используют модель называемую релейской моделью замираний или как её частный случай райсовскую модель, в которых принимаемая замирающая несущая имеет огибающую с одним из двух указанных распределений [1]. Модель строится в предположении, что поле в точке приема есть суперпозиция полей большого числа парциальных локально плоских волн со случайными амплитудами, фазами и направлениями прихода. Фазы парциальных волн равномерно распределены в интервале от 0 до  $2\pi$ . При этом