

ческого аппарата на 2 градуса в сторону положительного направления осей  $Y_c$  и  $Z_c$ .



Рис. 5. Средняя за 90 минут угловая скорость вектора геомагнитного поля на 2-ом – 14-ом витках.

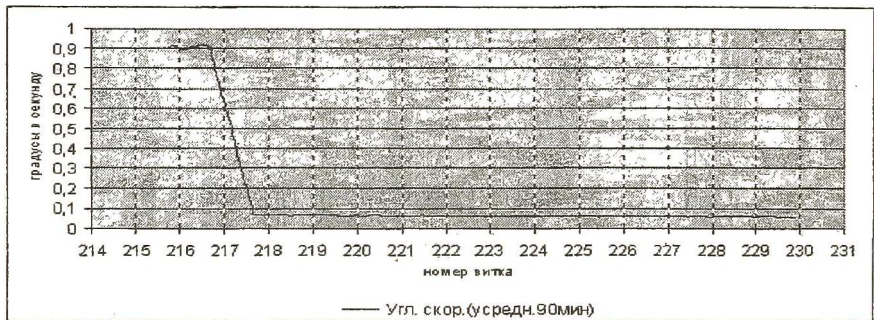


Рис. 6. Средняя за 90 минут угловая скорость вектора геомагнитного поля на 216-ом – 229-ом витках.

При анализе приведённых выше графиков, следует учитывать, скорость вращения изменяется не монотонно из-за неоднородности геомагнитного поля. В стабилизированном полёте вектор магнитного поля совершает оборот вокруг оси  $Z$  за один виток (90,4 минуты). Пространственные флуктуации магнитного поля Земли при таком медленном вращении даже при осреднении 90 минут подавляются слабо. Это хорошо видно на рис. 4, когда вращение аппарата незначительно.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО УРОВНЕМЕРА ТОПЛИВА ЛЕГКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Матюнин С.А., Борисов А.Б., Савельев А.В., Иноземцев М.Ю.

С момента появления первых автомобилей конструкторами автомобилестроительных предприятий непрерывно решалась задача о разработке надежного, дешевого, а самое главное точного топливного датчика, позволяющего с малой погрешностью определять уровень бензина или

дизельного топлива в баке автомобиля в широком диапазоне температурных воздействий, воздействия вибрации, крена автомобиля и др.

Применяемые в настоящее время в отечественных легковых и грузовых автомобилях поплавковые датчики уровня топлива удовлетворяет требованиям стоимости, но не выдерживают никакой критики в отношении точности и надежности. Особенно большие погрешности появляются даже при незначительном угле наклона дороги.

Учитывая все вышеперечисленное, нами была предложена конструкция акустического многоточечного уровнемера, работающего в ультразвуковом диапазоне. Уровнемер обеспечивает высокую точность определения степени заполнения бака по сравнению с базовыми образцами.

Конструкция акустического уровнемера приведена на рис. 1.

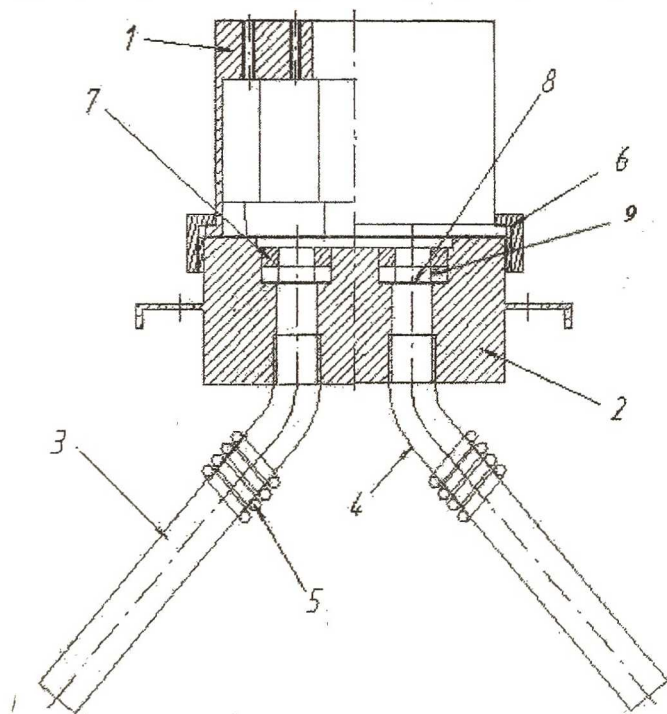


Рисунок 1. - Конструкция акустического уровнемера топлива

1 - корпус с платой электронных элементов; 2 - основание уровнемера с источниками и приемниками акустической энергии; 2 - подвижный звуковод; 4 - неподвижный звуковод; 5 - пружина, соединяющая подвижный и неподвижный звуководы; 6 - крепежное кольцо, соединяющее корпус и основание уровнемера; 7 - крепежное кольцо, удерживающее источник или приемник акустических колебаний внутри основания уровнемера; 8 - гибкая непроницаемая мембрана, исключающая попадание внутрь уровнемера паров и брызг бензина из бака; 9 - источник акустической энергии.



В уровнемере используется четыре независимых канала сбора информации, что позволяет путем усреднения данных определить уровень топлива с необходимой точностью, несмотря на тангажный наклон автомобиля и крен автомобиля (наклон в боковой плоскости). Четыре звуковода уровнемера соединяются с основной частью корпуса с помощью пружин, позволяющих звуководам изгибаться. Данная конструктивная особенность сделана исходя из следующих соображений:

- для определения уровня топлива с требуемой точностью, необходимо, чтобы звуководы, по которым передаются излучаемые и отражаемые от поверхности топлива акустические колебания, были разнесены друг от друга на некоторый угол, что позволит на стадии обработки информации усреднить данные и исключить влияние возможного наклона автомобиля на определение величины уровня топлива в баке;
- для удобства установки уровнемера в топливный бак через специальное монтажное отверстие небольшого диаметра (для легкового автомобиля диаметр монтажного отверстия равен 100 мм) звуководы, передающие акустические колебания, должны быть собраны в один пучок. Использование пружин, крепящих звуководы к основной части уровнемера, позволяет выполнить данную операцию.

Источники и приемники акустического излучения, и плата с электронными элементами, осуществляющими обработку получаемой информации, размещены в одном корпусе, что является очень удобным в отношении ремонтпригодности устройства, а также при размещении уровнемера внутри автомобиля.

Анализировались два варианта построения системы обработки информации: цифровой и аналоговый. В основу обоих вариантов положен импульсный метод измерения. Остановимся на каждом варианте подробнее. Ниже описывается работа только одного канала сбора информации из четырех существующих.

### 1) Цифровой вариант реализации схемы уровнемера

Структурная схема, поясняющая принцип работы, приведена на рис. 2.

Принцип работы данной схемы состоит в следующем: ГЗИ выдает импульс, который возбуждает излучатель и одновременно переводит триггер в активное состояние. Отраженный от поверхности топлива импульс усиливается и переводит триггер в исходное состояние. Полученный таким образом интервал заполняется импульсами ГСИ с известным и фиксированным периодом следования, которые подсчитываются счетчиком СЧ. Мультивибратор М1 служит для обнуления счетчика, а мультивибратор М2 для разрешения записи в ячейку памяти подсчитанного числа импульсов. Дешифратор ДШ переводит двоичный код, соответствующий

щий числу подсчитанных импульсов, в вид удобный для вывода на индикацию.

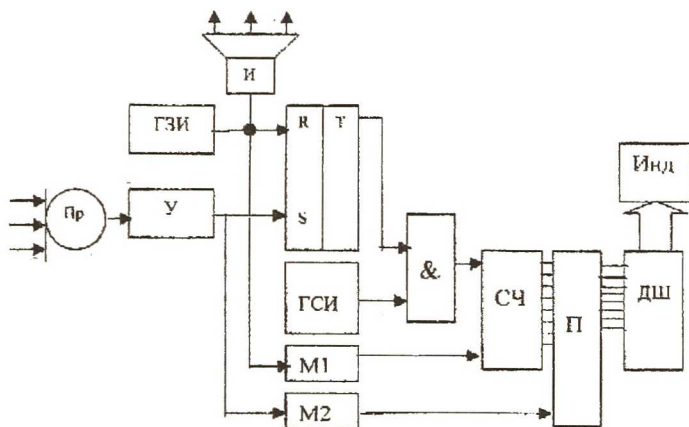


Рисунок 2 - Т - триггер; И - излучатель; Пр - приемник; ГЗИ - генератор задающих импульсов; У - усилитель; ГСИ - генератор счетных импульсов; М1, М2 - ждущие мультивибраторы; СЧ - счетчик; П - ячейка памяти; ДШ - дешифратор; Инд - элементы индикации.

Расстояние от источника акустических колебаний до поверхности топлива, вычисленное таким способом, может быть посчитано по формуле:

$$R = \frac{T_{\text{сч}} v N}{2}, \text{ где}$$

$T_{\text{сч}}$  - период следования счетных импульсов;

$v$  - скорость распространения акустической волны;

$N$  - число импульсов в счетчике на момент регистрации приемником отраженной от поверхности топлива волны.

Преимущества данной схемы заключаются в высокой точности и возможности калибровки. Экспериментальный образец цифрового уровнемера показал разрешающую способность в 0,1...0,15 л при 40 л баке.

## 2) Аналоговый вариант реализации схемы уровнемера

Структурная схема, поясняющая принцип работы приведена на рис.

3. Принцип работы данной схемы в следующем: снятое с триггера напряжение после прохождения ФНЧ поступает на ПНТ. Выходной сигнал ПНТ управляет стрелочным устройством индикации.

Преимуществами данной схемы являются простота реализации и дешевизна. Экспериментальный образец аналогового уровнемера показал разрешающую способность в 0,5 л при 40 л баке.

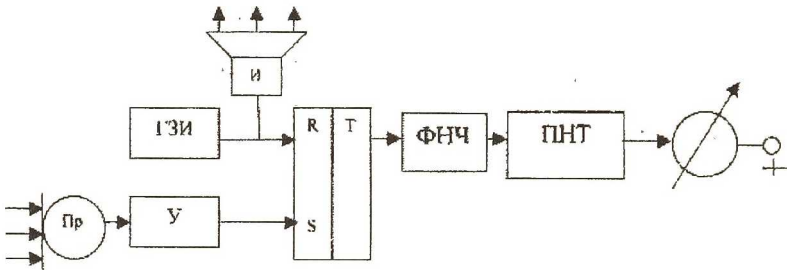


Рисунок 3 - ФНЧ – фильтр нижних частот; ПНТ – преобразователь напряжение – ток.

В заключение следует отметить, что спроектированный уровнемер имеет стоимость сопоставимую с поплавковым уровнемером, но в то же время во многом превосходит его по точности.

## АППРОКСИМАЦИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ОПТРОННЫХ СТРУКТУР ФУНКЦИЯМИ ГАУССА

Матюнин С.А., Борисов А.Б., Иноземцев М.Ю., Савельев А.В.

Известно [1], что удачный выбор аппроксимирующей экспериментальные данные функции во многом определяет простоту и удобство дальнейшего анализа.

Применение наиболее используемых рядов ортогональных функций (например, тригонометрический ряд и др.) зачастую приводит к огромному количеству членов ряда. Например, аппроксимация цуга синусоидальной волны (рис. 1) рядом Фурье дает плохо сходящийся бесконечный ряд. Задача усложняется в случае аналитического анализа и оптимизации характеристик аппаратуры. Такая ситуация возникает, в частности, при аппроксимации характеристик оптоэлектронных элементов многокомпонентных оптронных структур спектрального взаимодействия (МОС) [2], когда возникает необходимость с достаточно высокой точностью знать аналитическую зависимость спектральных характеристик оптоэлектронных элементов (ОЭЭ) от многочисленных факторов. Рассматриваемый ряд гауссиан, может применяться для аппроксимации как выпуклых, так и для многоэкстремальных функций.

Обобщенную структуру любого оптоэлектронного измерительного устройства можно представить [2] в виде источника излучения (ИИ), при-