

разницы фототока при изменении угла в один градус. В расчете угла участвуют сразу четыре области квадрантного фотодиода, тем самым снижая влияние погрешности, вызванной влиянием температуры, которая составляет большую часть $\Delta U_{\text{вых}}$.

Список использованных источников

1. Аксененко, М.Д. Приемники оптического излучения: Справочник / М.Д. Аксененко, М.Л. Бараночников. – М.: Москва «Радио и связь», 1987. – 176 с.
 2. Федосеев, В.И. Оптико-электронные приборы ориентации и навигации космических аппаратов. – М.: ЛитРес, 2017. – 237 с.
- Олейничук Владислав Александрович, студент группы 6231-110401D, voleynichuk@mail.ru

УДК 621.375

СРАВНЕНИЕ ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МИКРОЧАСТИЦ

Д. В. Михайлов

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

Проблема воздействия на космические аппараты микрометеоритов, возникшая более 50 лет назад, остается актуальной и сейчас. Для эффективного сбора данных о микрометеоритах необходимо использовать высокочувствительные датчики, способные регистрировать слабые индукционные сигналы, вызванные прохождением микрометеоритов через их магнитное поле. В данной работе представлено сравнение зарядочувствительных усилителей для индукционного датчика, используемого в исследовании микрометеоритов.

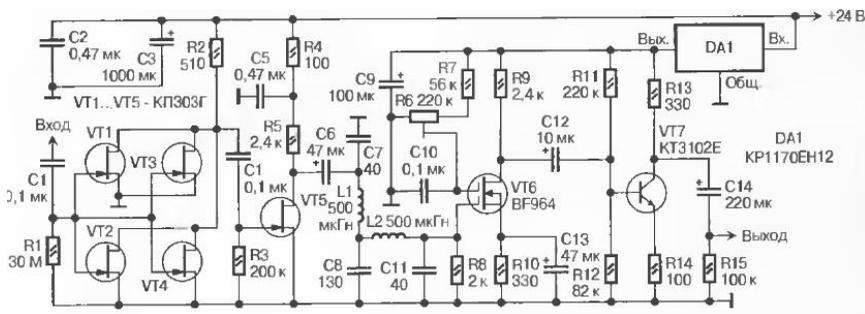


Рисунок 1 - схема зарядочувствительного усилителя, представленного в работе [1]

Ранее при работе с ускорителем микрочастиц для усиления сигналов с индукционных датчиков нами применялись зарядочувствительные усилители (ЗЧУ), схема и конструкция которых, а также результаты экспериментов с которыми, приведены в работах [1,2]. В работе [1] представлен усилитель, схема которого представлена на рисунке 1, входной каскад построен на отечественных транзисторах КП303Г. Шумовой заряд этих транзисторов приведенный ко входу, не превышает $6 \cdot 10^{-17}$ Кл, ток утечки затвора – 0,1 нА. Характеристики сами по себе достаточно хороши, однако отношение с/ш на выходе усилителя удалось существенно улучшить, используя известный в теории, но редко применяемый факт.

Коэффициент шума любого многокаскадного устройства определяется выражением:

$$N = N_1 + \frac{N_2 - 1}{K_{p1}},$$

где N_1 , N_2 – коэффициенты шума первого и второго каскадов соответственно, K_{p1} – коэффициент передачи первого каскада по мощности.

Коэффициентами шума последующих каскадов можно пренебречь в силу того, что их вклад в общие шумы уменьшается пропорционально произведению коэффициентов передачи по мощности предыдущих каскадов. Очевидно, что необходимо уменьшать, прежде всего, шумы первого каскада, одновременно повышая его коэффициент передачи.

Однако данные усилители имеют большие габариты (размер печатной платы составляет (116×56) мм и их размещение в вакуумной камере в непосредственной близости от датчика весьма проблематично. Для уменьшения габаритов новые ЗЧУ были выполнены по схеме, предложенной в [3]. Номиналы элементов схемы с целью повышения коэффициента усиления ЗЧУ подверглись небольшой коррекции. В обратной связи первого операционного усилителя были установлены конденсатор C_1 емкостью 1 пФ (в оригинальной схеме применялись конденсаторы 2 или 10 пФ) и резистор R_1 сопротивлением 1 ГОм (в оригинальной схеме 500 МОм). Также добавлены защитные диоды D_1 и D_2 . Также в обратной связи второго операционного усилителя установлен резистор R_3 номиналом 100 кОм (в оригинальной схеме 10 кОм), что позволило увеличить коэффициент усиления зарядочувствительного усилителя. Размеры печатной платы нового ЗЧУ составили (61.5×17) мм, что позволяет разместить усилитель в непосредственной близости от медных пластин датчика.

В дальнейшем предлагается установить зарядочувствительные усилители непосредственно вместо медных пластин. При этом нижний слой печатной платы, представляющий собой цельную медную фольгу,

будет служить индукционным датчиком, а на верхнем слое реализована топология зарядочувствительного усилителя.

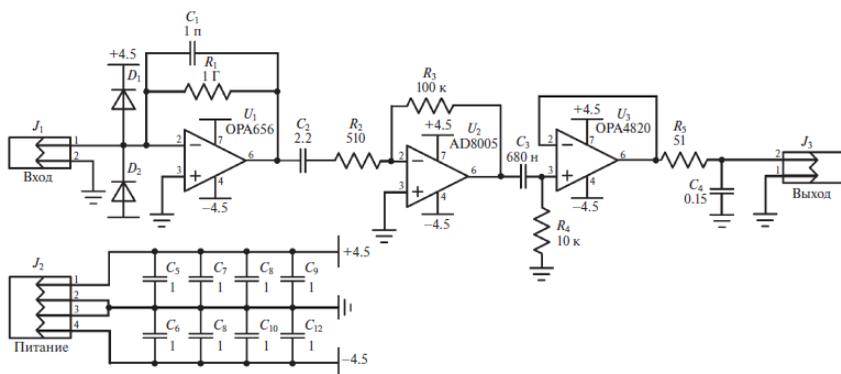
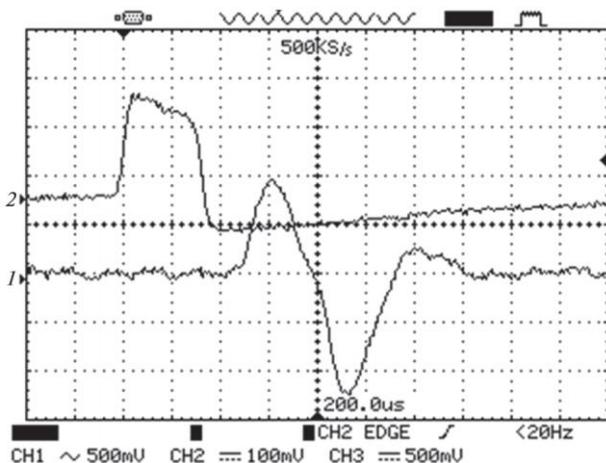


Рисунок 2-схема нового зарядочувствительного усилителя

Сравнение усилителей показало, что предложенный усилитель обладает большей чувствительностью при более простой электрической схеме и меньших габаритах печатной платы. На рисунке 3 приведена осциллограмма сигналов, наведенных одной и той же частицей, последовательно пролетающей два соседних индукционных датчика (цилиндра Фарадея) измерительной линейки.



Масштаб по вертикальной оси: для канала 1 – 500 мВ, для канала 2 – 100 мВ; по горизонтальной оси – 50 мкс

Рисунок 3 – Осциллограммы сигналов с одинаковых индукционных датчиков для разных зарядочувствительных усилителей

На рисунке 3 сигнал канала 1 соответствует сигналу нового ЗЧУ [3], а сигнал канала 2 – сигналу ЗЧУ, описанному в работе [1]. Согласно рисунку 1, новый усилитель обладает большей чувствительностью. Коэффициент усиления старого усилителя равен 1000, тогда как нового ЗЧУ – порядка 5000, однако присутствует ярко выраженное дифференцирование сигнала: положительный импульс сигнала соответствует движению частицы в первой половине цилиндра Фарадея, отрицательный импульс – движению частицы во второй его половине. Но так как собственная емкость разрабатываемого индукционного датчика будет гораздо меньше емкости цилиндров Фарадея измерительной линейки ускорителя частиц (порядка 5.8пФ вместо 45пФ), то в конечном итоге такого явного дифференцирования сигнала наблюдаться не будет.

Список использованных источников

1. Днищенко В.А. // Схемотехника. 2003. № 6. С. 26.
2. Телегин А.М., Пияков А.В. // ПТЭ. 2017. № 6. С. 101. <https://doi.org/10.7868/S0032816217060131>
3. Thomas E., Simolka J., DeLuca M., Horányi M., Janches D., Marshall R.A., Munsat T., Plane J.M.C., Sternovsky Z. // Rev. Sci. Instrum. 2017. V. 88. P. 034501. <https://doi.org/10.1063/1.4977832>

Михайлов Денис Валерьевич, студент гр.6231-110403D, Самарский университет им. С.П. Королева, Email: jdorian@list.ru

УДК 621.398

ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТР ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО СИГНАЛА ПОВЫШЕННОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ

Е.В. Кучумов, Д.А. Ворох

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

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, радиолокационный сигнал, цифровой фильтр.

Стандартный подход к применению цифровой фильтрации импульсных радиолокационных сигналов заключается в построении в цифровой форме, в первую очередь, ядра корреляционного интеграла для случаев когерентных и некогерентных сигналов [1-2], т.к. анализ корреляционной функции лежит в основе алгоритма работы обнаружения полезного сигнала на фоне шумов и помех.

Будем рассматривать обработку импульсных радиолокационных сигналов простой формы [2], т.е. амплитудно-модулированных. В случае когерентного сигнала ядро цифрового фильтра содержит два корреляционных параметра: частота и сдвиг во времени. Сначала