

УДК 53.084.6

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕТЕКТОРА И ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ СХЕМЫ ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ НА ПАРАМЕТРЫ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА

Иванченко В. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Русакович В. Н. – старший преподаватель кафедры электроники

Проведено исследование влияния отдельных компонентов на работу зарядочувствительного предварительного усилителя, в результате которых были выработаны основные рекомендации для проектирования данных устройств и проведения экспериментов с ними.

**Введение.** Зарядочувствительный предварительный усилитель (далее ЗЧПУ) – это разновидность предусилителей, преобразующих заряд с детектора в электрический сигнал. Такие усилители применяются в устройствах регистрации ионизирующих излучений.

Целью данной работы является изучение влияния основных компонентов ЗЧПУ для выработки рекомендаций к проектированию данных устройств.

**Основная часть.** Модель рассматриваемого усилителя приведена на рисунке 1.

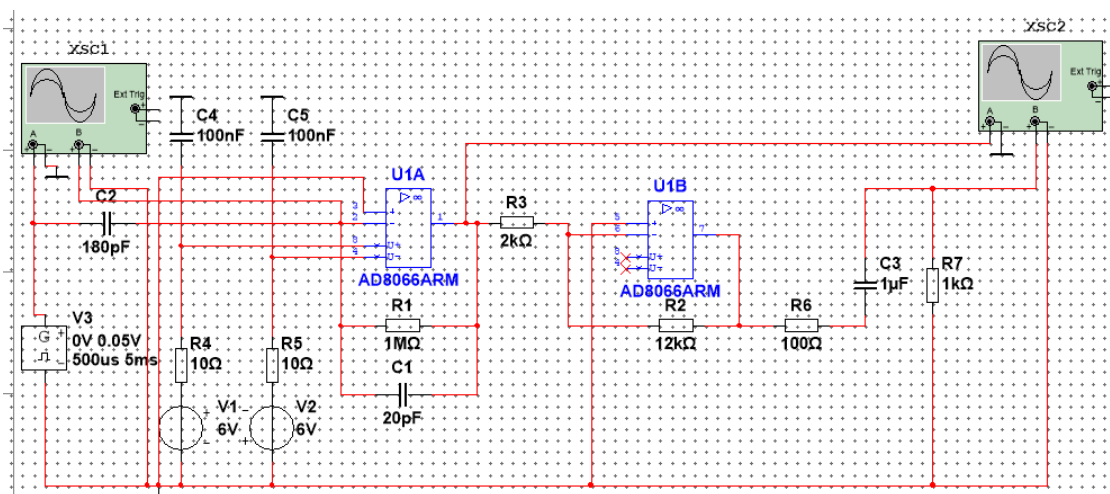


Рисунок 1 – Модель рассматриваемого ЗЧПУ

Входной сигнал, на практике, соответствует ГОСТу 18229-81, амплитуда которого рассчитывалась по формуле:

$$U_{\text{вх}} = \frac{eE}{\omega C_p}, \quad (1)$$

где  $e$  – заряд электрона, Кл  
 $E$  – энергия частицы, попадающей в детектор, эВ  
 $\omega$  – энергия, необходимая для создания электронно-дырочной пары, для полупроводникового детектора 3 эВ  
 $C_p$  – емкость разделительного (дозировочного) конденсатора, Ф

В данном опыте вместо энергии 100 КэВ была взята энергия в 1 МэВ для упрощения моделирования и анализа результатов, а для модели на рисунке 1 была взята энергия 10 МэВ, так как иначе амплитуда на входе будет меньше 1 мВ [1–2].

Данный ЗЧПУ имеет малую зарядочувствительность (0,25 мВ/МэВ) и выбросы, которые снижают точность и нагрузочную способность прибора. Поэтому в схему был добавлен полевой транзистор для повышения зарядочувствительности. Данная схема была проверена в программе Multisim 14.3. Модель данной схемы приведена на рисунке 2.

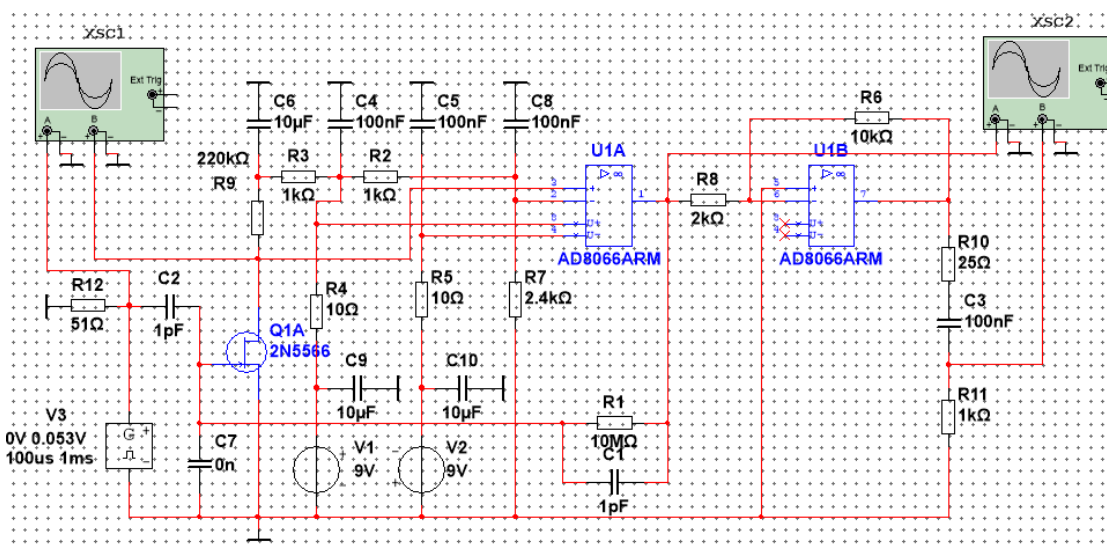


Рисунок 2 – Модель зарядочувствительного предусилителя с транзистором

Данная схема с транзистором имеет зарядочувствительность примерно 100 мВ/МэВ, а сигнал имеет меньше выбросов. Сигнал на стоковой цепи имеет форму переходной характеристики устойчивой системы.

В итоге, изучая влияние отдельных компонентов, можно сделать следующие выводы:

- в подборе емкости разделительного конденсатора должен быть компромисс между зарядочувствительностью и выбросами;
- емкость конденсатора обратной связи должна быть минимальной;
- шумы детектора должны быть минимальными, но, с помощью малого уровня шума, эквивалентных 20 нанофард имитирующего конденсатора, можно уменьшить отрицательные выбросы;
- в подборе сопротивления резистора обратной связи первого каскада должен быть компромисс между разрешением и потерями сигнала;
- необходимо обращать внимание на топологию и схемотехнические решения операционных усилителей, так как некоторые из них недопустимо искажают сигнал;
- применение составных и каскодных включений транзисторов может повысить зарядочувствительность, однако при этом возникают схемотехнические проблемы, которые могут вызвать ухудшение разрешения вплоть до неработающей схемы;
- сигнал на стоковой цепи, учитывая рекомендаций теории автоматического управления его, вероятно, возможно улучшить.

Полученные в результате экспериментов, данные схожи с результатами моделирования. Однако для подобных экспериментов необходимо высокоточное оборудование:

- генератор сигналов с амплитудой в несколько десятков милливольт;
- осциллограф с высоким разрешением;
- лабораторный блок питания с эффективными сглаживающими фильтрами.

**Заключение.** В результате проведенных работ, были сформулированы основные принципы и рекомендации для проектирования, моделирования и проведения экспериментов с зарядочувствительными предусилителями, которые могут быть полезны в разработке устройств ядерной электроники.

### Список литературы

1. Методы и устройства регистрации ионизирующих излучений [Электронный ресурс] : ЭРУД / БГУИР. – Режим доступа : 2.htm.
2. ГОСТ 18229-81 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://files.stroyinf.ru/Data/395/39553.pdf>.