

## ИЗМЕРИТЕЛЬ ИМПУЛЬСНОЙ ДОЗЫ БЕТАТРОНА

*Затонов И.А.*

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Штейн М.М., к.т.н., заведующий  
лабораторией разработки малогабаритных бетатронов*

Обеспечение безопасности границ государства, противодействие преступности, в том числе терроризма, защита прав граждан на жизнь и здоровье является первоначальной задачей стоящей перед Россией и другими государствами. Решение данной проблемы кроется в разработке технологий, которые позволяют эффективно бороться с организованной преступностью и терроризмом.

Важной задачей стоящей перед внутренними органами государства является контроль за перемещением грузов для выявления незадекларированных товаров и запрещенных к импорту товаров на территории РФ, таких как: взрывчатых, радиоактивных, наркотических, ядовитых веществ.

В местах досмотрового контроля комплексы цифровой радиографии занимают особо важное место. Суть метода цифрового рентгенографического досмотра - визуализация структуры объекта контроля с идентификацией инородного материала и его геометрическое положение. Для досмотра крупногабаритных объектов в досмотровых комплексах рентгенографического контроля в качестве источника излучения используют бетатроны и линейные ускорители.

В цифровой радиографии широко распространен метод дуальной энергии, который позволяет определять вещества в соответствии с их атомным номером  $Z$ . Возможность классифицировать материал появляется после сравнения поглощения на двух энергиях.

Каждый импульс бетатрона подвержен статическим флуктуациям, в результате чего, следующие друг за другом импульсы могут отличаться по дозе до 40%. Производители пытаются достичь значения среднеквадратичного показателя отклонения (СКО) в пределах 4-6%. Камеры со значением СКО равным 8% на 10000 импульсов, не поставляются покупателям.

Флуктуация еще более негативно сказывается в режиме дуальной энергии. Флуктуация импульсов затрудняет точное измерение коэффициентов ослабления материалов при различных энергиях, что является информативным признаком для распознавания материалов. При отсутствии нормировки отсчетов детекторов линейки, изображение

объекта может стать нечитаемым из-за различной яркости вертикальных полос.

Одним из путей, который позволяет частично устранить флуктуацию является нормировка отсчетов линейки на величину импульсной дозы бетатрона. На данный момент такого устройства нет. На данный момент в НИ ТПУ ведутся работы по проектированию и разработке измерителя импульсной дозы(ИИД). Разработка ИИД и включение его в состав бетатрона является актуальной задачей.

Разрабатываемый прибор должен соответствовать ряду требований, таких как:

- ИИД должен быть интегрирован в бетатрон;
- Выходная форма волн- прямоугольные импульсы;
- Возможность одновременного управления дозой в ИИД и в самом бетатроне;
- Длительность импульса -  $1\text{мс}\pm 10\%$ ;
- Наличие переключателя для выбора режима работы (одна высокая, одна низкая, дуальная энергия).

Один из вариантов разработки ИИД- использовать в качестве ИИД монитор излучения, который уже есть в бетатроне. В свою очередь, данный вариант имеет существенные недостатки. Одним из таких недостатков является инерционность монитора, которая определяется инерционностью воздушной ионизационной камеры и величиной паразитной емкости, которая образована плоскими электродами камеры. Сигналы с выхода монитора в моноэнергетическом и дуальных режимах после усиления представлены на рисунке 1.

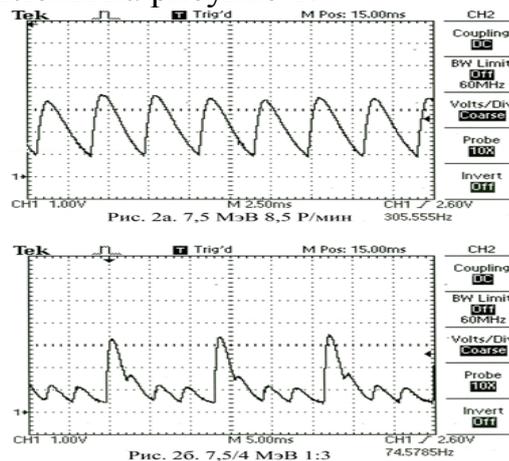


Рис. 1. Сигнал монитора излучения бетатрона.

Инерционность камеры приводит к тому, что сигнал достигает максимум примерно через 1 мс после импульса излучения. Из-за малого тока самой камеры в цепь нагрузки камеры приходится ставить большой

резистор, паразитная емкость камеры не успевает разрядиться полностью к следующему импульсу. Это приводит к тому, что невозможно точно измерить импульсную дозу каждого импульса.

Другой возможный вариант разработки прибора - изготовление детектора, который применяется в досмотровых линейках (сцинтиллятор из вольфрамата кадмия и детектор цезий-йод). Но использование детекторов данной типа имеет большее время послесвечения, что не позволяет применять метод дуальной энергии.

Еще одним возможным вариантом создания ИИД является разработка электрической схемы с использованием фотодиода (рис.2) На данный момент проводятся эксперименты по оценке радиационной стойкости детектора. В качестве источника излучения используется кобальтовая пушка. Фотодиод помещается прямо на выходном окне коллиматора,

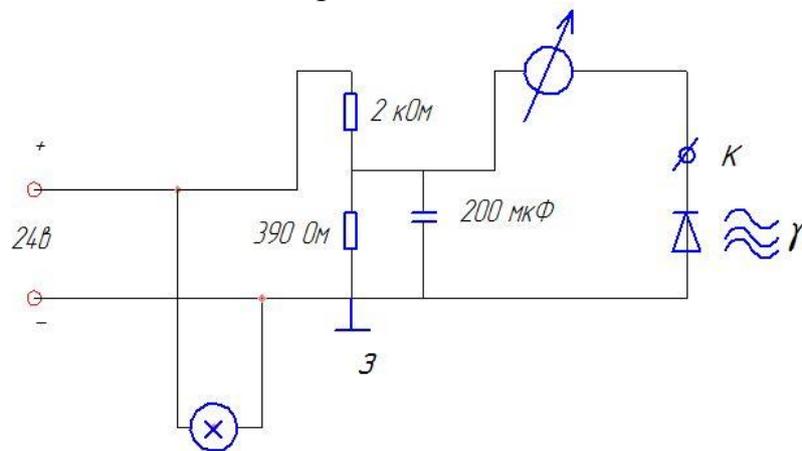


Рис. 2. Электрическая схема с фотодиодом.

Нами были проведены эксперименты по оценке радиационной стойкости детектора. Для этого была использована имеющаяся в институте кобальтовая пушка. Детектор располагался прямо в выходном окне коллиматора, сама же схема была вынесена из зоны действия пучка излучения. Мощность дозы у выходного окна составляла 6.7 рад/с. На фотодиод было подано напряжение питания 4 В. При помощи микроамперметра измерялся постоянный ток, протекающий через фотодиод. Темнотой ток фотодиода при отсутствии радиации оказался равный 29 мкА.

Проведенный эксперимент показал неустойчивость фотодиода к радиации. Было выдвинуто предположение, что неустойчивость фотодиода к радиации определяется воздействием радиационного пучка на клей, которым соединены кристалл и другие составляющие фотодиода. Под воздействием радиации клей темнеет, в результате чего кристалл перестает пропускать световой поток.

Таким образом, для проверки устойчивости деталей фотодиода к радиационному излучению, необходимо удалить клей с поверхности деталей фотодиода и осуществить их жесткую заделку, после чего повторить опыт для снятия зависимости тока, проходящего через фотодиод, от дозы радиационного пучка. Предполагается продолжать работы по созданию измерителя импульсной дозы.

### **Список информационных источников**

1. Касьянов С.В., Ковалев М.К. Применение бетатрона с дуальной энергией для комплекса досмотрового контроля // Современная техника и технологии, 2012. -№20. - С. 91 - 92.
2. Сидуленко О.А., Касьянов В. А., Касьянов С. В., Осипов С.П. Методика оценки производительности досмотрового комплекса для контроля крупногабаритных объектов. // Контроль. Диагностика. – 2005. – №12. – С. 75– 83.
3. Щетинкин С.А., Чахлов С.В., Усачев Е.Ю. Использование метода двуэнергетической цифровой радиографии для портативных рентгентелевизионных систем.// Контроль. Диагностика. – 2006. -№2. -с. 49 - 52
4. Касьянов С.В. Применение бетатронов в радиографических досмотровых системах //Известия Томского политехнического университета. - 2008 - Т. 312, - № 2 (Приложение). - с. 134-138

### **ПРОГРАММА ПО ИЗУЧЕНИЮ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

*Киселева В. А., Торгаев С. Н.<sup>1,2,3</sup>*

<sup>1</sup>*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Томский государственный университет, г. Томск*

<sup>3</sup>*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Торгаев С.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры  
промышленной и медицинской электроники*

Цифровая обработка получает достаточно широкое применение. Например, цифровая фильтрация может использоваться для обработки звуковых сигналов, для фильтрации видео и изображений, для спектрального анализа, для обработки опытных данных и т.д., например для анализа биомедицинских сигналов. Поэтому инженеры-электронщики должны обладать знаниями по цифровой обработке. С такой целью