



FOTON-SANOVCHI DETEKTORLARDA SPEKTRAL BUZILISHLARNING ASOSIY SABABLARI

<https://doi.org/10.70728/conf.susta.v02.i01.005>

¹Ro'zmetova M.R, ²Jumanazarov D.

¹Ma'mun Universiteti NTM, e-mail: mahfuza.r@mamunedu.uz

²Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch Davlat Universiteti

Annotatsiya: Ushbu tezis foton-sanovchi rentgen detektorlarida yuzaga keladigan spektral buzilishlarning asosiy fizik sabablarini tahlil qilishga bag'ishlangan. Xususan, CdTe asosidagi detektorlarda kuzatiladigan rentgen floresansi (K-qochish), zaryad taqsimlanishi, vaznlangan potensialning o'zaro ta'siri, Kompton sochilishi, elektron shovqin hamda fotonlarning ustma-ust tushishi kabi hodisalarning spektral javobga ta'siri ko'rib chiqilgan. Ish natijalari spektral rentgen KT va materiallarni tasniflash aniqligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: foton-sanovchi detektor, rentgen nurlari, spektral buzilish, CdTe detektor, spektral tuzatish, materiallarni tasniflash

Аннотация: В данной работе рассмотрены основные физические причины спектральных искажений в фотон-считающих рентгеновских детекторах. Особое внимание уделено таким эффектам, как рентгеновская флуоресценция (К-выход), распределение заряда, перекрёстное влияние взвешенного потенциала, комптоновское рассеяние, электронный шум и наложение фотонов в CdTe-детекторах. Полученные результаты имеют практическое значение для спектральной рентгеновской КТ и задач материаловедения.

Ключевые слова: фотон-считающий детектор, рентгеновское излучение, спектральные искажения, CdTe-детектор, спектральная коррекция, классификация материалов

Abstract: This study is devoted to the analysis of the main physical causes of spectral distortions in photon-counting X-ray detectors. Particular attention is paid to phenomena such as X-ray fluorescence (K-escape), charge sharing, weighted potential cross talk, Compton scattering, electronic noise, and photon pile-up in CdTe-based detectors. The obtained results are of significant importance for spectral X-ray computed tomography and material characterization applications.

Keywords: photon-counting detector, X-ray radiation, spectral distortion, CdTe detector, spectral correction, material classification

Rentgen nurlari to'lqin uzunligi qisqa va o'tuvchanligi yuqori bo'lgan nurlar sirasiga



kirib, ular yordamida materiallarni o'rganish va tibbiyotda diagnostic maqsadlarda foydalanish imkoniyati mavjuddir. Rentgen detektorlari, ayniqsa photon-counting x-ray detectors (FSD) deb ataladigan turdagi detektorlar, materiallarning ichki tuzilishini o'rganish hamda diagnostikada ishlatiladi. FSD lar materiallar haqidagi ma'lumotlarni yig'ish uchun juda samarali, chunki ular materialning rentgen nurlari orqali qanday o'zgarishini o'lchashadi. Masalan, biz CdTe detektoridan foydalanib, materialning turini aniqlash imkoniga ega bo'lamiz.

Ammo bu kabi detektorlarda ba'zan texnik muammolar paydo bo'lishi mumkin. Quyidagi holatlar yuzaga kelganda detektorda o'lchangan signal (rentgen nuri) noto'g'ri yoki buzilgan bo'lishi mumkin:

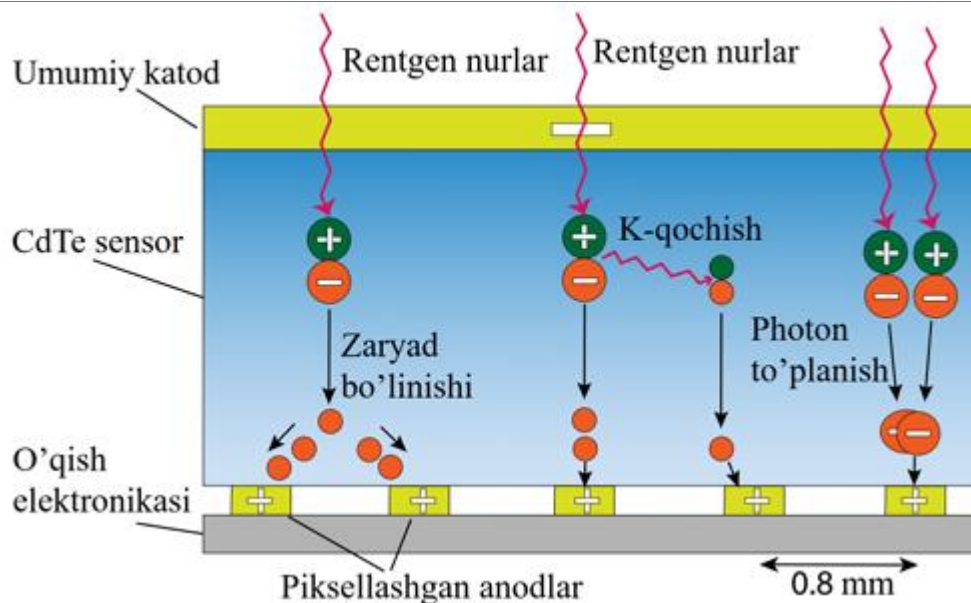
Rentgen floresansi (K-qochish): Bu hodisa CdTe ning K-qobiqlaridan chiqqan fotonlarning juda yuqori energiyaga ega bo'lishi bilan bog'liqdir. Bunday fotonlar materialning yutilish uzunligini sezilarli darajada oshiradi, natijada floresans fotonlarining qo'shni pikselarga o'tish ehtimoli kuchayadi. Ba'zan esa ular detektordagi sensor kristallarini butunlay chetlab o'tib, boshqa yo'nalishga ham tarqalishi mumkin. Shu sababli detektorga kelayotgan foton floresans tufayli asl fotonga nisbatan past energiyasida qayd qiladi.

Zaryad taqsimlanishi: Bu jarayon rentgen fotoni piksel chegarasiga yaqin joyda yutilganida sodir bo'ladi. Natijada hosil bo'lgan elektron buluti qo'shni pikselga tarqaladi va ikkita piksel tomonidan qayd etiladi. Shunday qilib, yutilgan foton noto'g'ri ravishda ikkita foton sifatida qayd etiladi, ularning har biri pasaytirilgan energiyaga ega bo'ladi. Bu esa haqiqiy foton energiyasidan pastroq energiya darajalarida keng spektral hisoblarni kelib chiqishiga sabab bo'ladi.

Vaznlangan potensialning o'zaro ta'siri (WP cross talk): Bu jarayonda faqat bitta piksel anod tomonidan qayd etilgan zaryad tashuvchilar yaqin anodda ham signal hosil qilishi mumkin. Bu kuzatilgan hodisa past energiya darajalarida spektral javobning oshishi bilan aks etadi.

Qo'shimcha ta'sirlar: Vaznlangan potensialning o'zaro ta'siri-kaliti, zaryad taqsimlanishi va qochish cho'qqilari bilan bog'liq bo'lmagan boshqa oqimdan mustaqil jarayonlar ham mavjud. Bunga sensor kristalida kelayotgan fotonning Kompton sochilishi va elektron shovqin kiradi.

Fotonlar ustma-ust tushishi: Bu hodisa bitta piksel ichida bir-biriga juda yaqin vaqtda ikkita foton kelganida anodda elektr impulslari ustma-ust tushishi (1-rasm) natijasida yuzaga keladi.



1-rasm. Diagrammada fotonlarni hisoblash detektorida spektral ajratish qobiliyatini pasaytiradigan fizikaviy omillar tasvirlangan.

Ushbu muammolarni hal qilish uchun, tadqiqotda spektral tuzatish usuli ishlab chiqilgan. Bizning usul, yuqorida sanab o'tilgan barcha muammolarni hisobga olgan holda, rentgen detektorlari tomonidan o'lchangan spektrni to'g'rilashga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. D. Jumanazarov, J. Koo, M. Busi, H. F. Poulsen, U. L. Olsen, M. Iovea, System-independent material classification through X-ray attenuation decomposition from spectral X-ray CT, NDT and EInter national 116 (2020) 102336.
2. Jumanazarov D, Koo J, Poulsen HF, Olsen UL, Iovea M. Significance of the spectral correction of photon counting detector response in material classification from spectral x-ray CT. J Med Imaging 2022;9(3):1-24.