

РЕЗЮМЕ

НА ДИСЕРТАЦИЯ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА И
НАУЧНА СТЕПЕН „ДОКТОР“ НА ТЕМА:

*„Изследвания върху приложенията на метода
на тройните към двойните съвпадения за
абсолютни измервания на активност“*

ОТ ЧАВДАР ДУЦОВ

под ръководството на доц. д-р Красимир Митев

Методът на тройните към двойните съвпадения (TDCR) е течно-сцинтилационен метод използван за абсолютно измерване на активност на множество радионуклиди разпадащи се чрез α -разпадане, β -разпадане или електронен захват. При този метод, както при другите методи за абсолютни измервания, активността на пробата се определя от първи принципи без да се използва сравнение с еталон за измерваната величина. TDCR методът е основен метод за абсолютни измервания на активност на нискоенергийни бета-лъчители като ^3H , ^{63}Ni , ^{14}C и др., и е централен за метрологичното осигуряване на течно-сцинтилационните измервания. Първичното измерване на активност посредством TDCR метода представлява основен фокус на изследванията в настоящата дисертация.

Дисертационният труд е структуриран в три части, включващи общо дванадесет глави. Първата част служи като въведение в метрологията на йонизиращи лъчения чрез течно-сцинтилационно броене. Втората и третата част съдържат оригиналните изследвания и резултати, получени в дисертацията.

В Част I е направен обзор на свойствата на течните сцинтилатори и течно-сцинтилационното броене. Акцентът е поставен върху методи за стандартизиране на активност и в частност върху TDCR метода.

Част II е фокусирана върху разпределението на интервалите от време между детектирани сцинтилационни събития в течно-сцинтилационен детектор. Аналитично е изведено статистическото разпределение на времеви интервали между детектирани бързи сцинтилационни събития. Чрез експериментални изследвания е показано, че това разпределение може да бъде използвано за оценка на ефективността за регистрация при течно-сцинтилационни измервания. Някои от приложенията на времевите разпределения към рутинни течно-сцинтилационни измервания също са показани.

Част III се фокусира върху използването на информацията от времевите разпределения в метрологията на йонизиращите лъчения и, в частност, TDCR метода. Показана е възможността за измерване на периода на полуразпадане на

възбудени ядрени състояния посредством анализ на времевите разпределения от течно-сцинтилационни измервания. Създадени са методи за оценка на приноса на случайните съвпадения в течно-сцинтилационен детектор с три ФЕУ. Също така е изследван приносът на забавената сцинтилационна компонента върху оценката на активността пресметната, чрез TDCR метода. Изследванията демонстрират проблемите, които могат да възникнат при стандартизиране на ниско-енергийни лъчители като ^3H и ^{55}Fe . Описана е и разработката и охарактеризирането на нова Комптън-TDCR детекторна система за първично стандартизиране на течно-сцинтилационни проби. Системата е използвана за изследване на отклика на комерсиални течни сцинтилатори при облъчване с електрони с енергии в диапазона от 2 keV до 8 keV. Възможността за използването на тази информация при стандартизиране на ^3H също е изследвана.

В последната глава е даден кратък обзор на резултатите от проведените в рамките на дисертацията изследвания и са подчертани важните заключения. Някои бъдещи насоки за изследвания също са изказани. Допълнителна информация и измервания са дадени в три допълнения в края на дисертацията. Приносите в дисертацията са свързани с получаване на ново знание и такива от методичен характер при измерването на активност чрез течно-сцинтилационно броене.

НАУЧНИ ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИЯТА, СВЪРЗАНИ С ПОЛУЧАВАНЕ НА НОВО ЗНАНИЕ В ОБЛАСТТА НА ИЗМЕРВАНЕ НА АКТИВНОСТ ЧРЕЗ ТЕЧНО-СЦИНТИЛАЦИОННО БРОЕНЕ:

- За пръв път са предложени методи за оценка на случайните съвпадения в TDCR измервания [1].
- Изведено е взаимно-корелационното разпределение на времената между детектирани сцинтилационни събития и е показано, как то може да бъде използвано за пресмятане на ефективността за регистрация и активността на пробата [2].

ПРИНОСИ СВЪРЗАНИ С МЕТОДИЧНИ АСПЕКТИ В ОБЛАСТТА НА ТЕЧНО-СЦИНТИЛАЦИОННОТО БРОЕНЕ:

- Демонстрирано е влиянието на забавената флуоресценция върху оценката на активността, пресметната посредством TDCR метода [3].
- Проведено е сравнение на два алгоритъма за налагане на удължаващо се мъртво време в TDCR измервания [4].
- Показана е възможността за използване на цифровизирани течно-сцинтилационни измервания за прецизно определяне на периода на полуразпадане на някои ядрени възбудени състояния [5].
- Разработен е софтуер за анализ на данни от цифровизатор на импулси с приложения в TDCR измервания, взаимно-корелационни измервания и измервания посредством Комптън-TDCR метода.
- Разработен е Монте Карло код за симулация на времевото разпределение и броя на детектираните сцинтилационни събития при течно-сцинтилационни измервания.

Изследванията по темата на дисертацията са извършени в кат „Атомна физика“ на ФзФ на СУ и „Laboratoire National Henri Becquerel“, Université PARIS-SACLAY, France.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА:

1. **Dutsov, C.**, Cassette, P., Sabot, B., & Mitev, K. (2020). "Evaluation of the accidental coincidence counting rates in TDCR counting". *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 977, 164292.
2. K. Mitev, **Ch. Dutsov**, Ph. Cassette, B. Sabot, "Time-domain based evaluation of detection efficiency in liquid scintillation counting", *Scientific Reports* 11, 12424 (2021).
3. **Dutsov, C.**, Cassette, P., Mitev, K., & Sabot, B. (2021). "In quest of the optimal coincidence resolving time in TDCR LSC". *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 987, 164846.
4. **Dutsov, C.**, Mitev, K., Cassette, P., & Jordanov, V. (2019). "Study of two different coincidence counting algorithms in TDCR measurements". *Applied Radiation and Isotopes*, 154, 108895.
5. **Ch. Dutsov**, B. Sabot, Ph. Cassette, K. Mitev, "Measurement of the half-life of excited nuclear states using liquid scintillation counting", *submitted to Applied Radiation and Isotopes*.
6. Cassette, P., Arinc, A., Capogni, M., De Felice, P., **Dutsov, C.**, Galea, R., Garcia-Torano, E., Kossert, K., Liang, J., Mitev, K., & others (2020). "Results of the CCRI (II)-K2. H-3 key comparison 2018: measurement of the activity concentration of a tritiated-water source". *Metrologia*, 57(1A), 06004.
7. V. Jordanov, P. Cassette, **C. Dutsov**, and K. Mitev, "Development and applications of a miniature TDCR acquisition system for in-situ radionuclide metrology", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 954, 161202 (2020).
8. Hamel, M., Sabot, B., **Dutsov, C.**, Bertrand, G., & Mitev, K. (2021). "Tuning the decay time of liquid scintillators". *Journal of Luminescence*, 235, 118021.
9. S. Georgiev, K. Mitev, **C. Dutsov**, T. Boshkova, and I. Dimitrova, "Partition coefficients and diffusion lengths of Rn-222 in some polymers at different temperatures", *International journal of environmental research and public health* 16, 4523 (2019).