



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

**ΕΚΘΕΣΗ ΠΡΟΟΔΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΓΓΡΑΦΗΣ: 13/10/2022

ΔΙΑΣΤΗΜΑ: 13/10/2022-21/12/2023

**Τίτλος διδακτορικής διατριβής:** «Ανάπτυξη και αξιολόγηση ανιχνευτών πυρηνικής ιατρικής συμβατούς για απεικόνιση μαγνητικής τομογραφίας».

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Ευστράτιος Δαβίδ, Επίκουρος Καθηγητής

**Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή:**

Ευστράτιος Δαβίδ, Επίκουρος Καθηγητής

Παναγιώτης Διαπαρίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Αικατερίνη Σκουρολιάκου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

**Υποψήφιος Διδάκτωρ:** Ποτηριάδης Νικόλαος

Ημερομηνία κατάθεσης: 21/12/2023

Ο κύριος σκοπός της διδακτορικής διατριβής είναι η μελέτη και η σύγκριση νέων υλικών σπινθηρισμού μονοκρυσταλλικού τύπου GAGG:Ce, LGSO:Ce, LFS:Ce, BGO κτλ. , οπτικά συζευγμένων με ανιχνευτές βασισμένους σε φωτοπολλαπλασιαστές πυριτίου (SiPMs), οι οποίοι λειτουργούν σε έντονα μαγνητικά πεδία.

Κατά το διάστημα 13/10/2022 έως 30/11/2022 πραγματοποιήθηκε εκτενής ανασκόπηση στη βιβλιογραφία των γενικών θεωρητικών στοιχείων των σπινθηριστών, των φωτοπολλαπλασιαστών πυριτίου και του ηλεκτρονικού τμήματος που είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία των σημάτων εξόδου του αισθητήρα.

Επίσης, πάρθηκαν μετρήσεις με χρήση φωτοπολλαπλασιαστών Πυριτίου της εταιρίας KETEK και HAMAMATSU σε οπτική σύζευξη με κρυσταλλικό σπινθηριστή τύπου GAGG:Ce. Ως πηγή χρησιμοποιήθηκε το ισότοπο  $^{137}\text{Cs}$  και από τα αποτελέσματα έγινε η εξαγωγή των εξής παραμέτρων: Ενεργειακή διακριτική ικανότητα, Ευαισθησία και Φωτοποσοστό.

Τα αποτελέσματα από αυτές τις μετρήσεις συμπεριλήφθηκαν στην παρουσίαση που πραγματοποίησε ο επιβλέπων καθηγητής της διδακτορικής διατριβής, κύριος Ευστράτιος Δαβίδ, στην επίσκεψη του στο 78<sup>ο</sup> C.C.C. Conference (Crystal Clear Collaboration-Cern) στις 24/11/2022, στη Γενεύη της Ελβετίας, με τίτλο: «Energy resolution values of GAGG:Ce crystal coupled to various SiPMs».

Από τις 29 Μαΐου μέχρι τις 2 Ιουνίου σημειώθηκε συμμετοχή με παρουσίαση τύπου online oral presentation στο διεθνές συνέδριο RAP 2023 (RADIATION APPLICATIONS), με θέμα «**Spectral matching factor calculations between (Gd,Y)<sub>3</sub>(Al,Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub> fluorescent screens of various activators and photodetectors**», το abstract της οποίας θα συμπεριληφθεί στο τέλος.

Από τις 10 Ιουνίου μέχρι τις 11 Ιουνίου σημειώθηκε συμμετοχή με παρουσίαση τύπου poster στο συνέδριο ABSET 2023 (Advances in Biomedical Sciences, engineering and Technology), με θέμα «**Detection and identification of radioisotopes via silicon photomultiplier based scintillation detector**», το abstract της οποίας θα συμπεριληφθεί στο τέλος.

Επίσης, καταβάλλεται προσπάθεια συγγραφής επιστημονικού άρθρου με σκοπό τη δημοσίευσή του με θέμα «**Comparative analysis of energy resolution, photofraction, and sensitivity of GAGG:Ce scintillators**

**coupled with different SiPMs and varying crystal thicknesses»**, με την αρωγή του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, μέσω προγράμματος υποτροφίας για υποψήφιους διδάκτορες που θα επιτελούν διδακτικό έργο ταυτόχρονα με το ερευνητικό έργο, κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου 2023-2024.

## **Spectral matching factor calculations between (Gd,Y)<sub>3</sub>(Al,Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub> fluorescent screens of various activators and photodetectors.**

**Authors:** Potiriadis Nikolaos<sup>1</sup>, Georgy A. Dosovitskiy<sup>2</sup>, Iliia Komendo<sup>3</sup>, Stoggianos Marios<sup>1</sup>, Liaparinos Panagiotis<sup>1</sup>, Skouroliakou Aikaterini<sup>1</sup>, David Stratos<sup>1\*</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Biomedical Engineering, University of West Attica, Greece

<sup>2</sup>Institute of Chemical Reagents and High Purity Chemical Substances, IREA, Russia

<sup>3</sup>National Research Center “Kurchatov Institute”, 123098 Moscow, Russia

**Keywords:** Inorganic scintillators, Fluorescent Screens, Spectral Matching Factor, (Gd,Y)<sub>3</sub>(Al,Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>

Fluorescent screens are widely used in several applications where their optical properties play a crucial role in the overall imaging performance. The purpose of this study is to investigate the emission spectra of several (Gd,Y)<sub>3</sub>(Al,Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub> fluorescent screens (synthesized by a spin-coating method of various Ce and Tb dopant concentrations) and to calculate their spectral compatibility with several photodetectors used in radiation detectors. The screens were produced in quartz substrates (area of 10 x10 mm<sup>2</sup> and 0.5 mm thickness) in ceramic form and irradiated by an UV lamp peaked at 312 nm. Powder phosphors with grain sizes from 10 up to 40 μm in diameter and elastic PDMS and Sylgard 184 binding materials were used for the development of the screens. The fluorescent screens were constructed with coating weight, ranging from 13.5 mg/cm<sup>2</sup> up to 28 mg/cm<sup>2</sup>. The homogeneity achieved was approximately equal to 92% with a very high transparency. Results showed that each fluorescent screen provided different emission spectrum, with variations in peak wavelengths and intensities. The composition and the material of the activator of the screens were found to have a significant impact on the emission spectra bands and also to the emission intensities. Excellent matching factors up to 90% were calculated for the majority of the optical detectors. Comparisons with the golden standard Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb phosphor screen (also synthesized with spin-coating technique) were also performed. Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb phosphor exhibited a peak intensity of 1201 counts at 544 nm, while in the (Gd,Y)<sub>3</sub>(Al,Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>: Ce<sub>0.045</sub> case, a peak intensity of 109 counts at 516 nm was observed.

# Detection and identification of radioisotopes via silicon photomultiplier based scintillation detector

Potiriadis Nikolaos<sup>1</sup>, Liaparinos Panagiotis<sup>1</sup>, Skouroliakou Aikaterini<sup>1</sup> and David Stratos<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Affiliation: Department of Biomedical Engineering, University of West Attica, Greece

\*Corresponding Author, email: sdavid@uniwa.gr

## ABSTRACT

The purpose of this study is to manufacture and test a device capable of detecting and identifying radioisotopes. To this aim, three radioactive sources were utilized: Cesium-137 (<sup>137</sup>Cs, R=0.811 μCi), Cobalt-60 (<sup>60</sup>Co, R= 0.31 μCi) and Barium-133 (<sup>133</sup>Ba, R= 0.55 μCi). These sources were placed inside a blackbox next to the detector, which consists of crystal scintillators (Gd<sub>3</sub>A<sub>12</sub>Ga<sub>3</sub>O<sub>12</sub>:Ce, GAGG:Ce) of three different dimensions (3×3×5 mm<sup>3</sup>, 3×3×6 mm<sup>3</sup>, 3×3×8 mm<sup>3</sup>). The scintillators are connected through optical coupling to the active area of a Silicon Photomultiplier (SiPM, model: PM3350 by KETEK). The device also consists of a circuit which supplies power to the photomultiplier, amplifies the exit signal and then digitalizes it with an Analog to Digital Converter (ADC) (model: DT5720 by CAEN). The ADC includes a digital pulse processing software. The energy resolution, photofraction and detector sensitivity parameters were studied after examining the Gamma radiation spectra of the radioactive sources, in order to choose the scintillator with the most suitable dimensions. The best energy resolution was achieved while using the 3×3×8 mm<sup>3</sup> scintillator and was equal to 2.6 % at 1.332 MeV. This energy resolution performance along with the low cost of the device components and its small size, sets this specific device as a possible replacement for existing detection devices (Photomultiplier Tubes-PMTs). The introduction of this device to the market may have implications not only in the field of Nuclear Medicine but also in commercial portable detector applications and even in wearable technology.

**Keywords:** Gamma ray detector; Gamma spectroscopy; Inorganic scintillators; Silicon photomultiplier;

**Υπογραφή επιβλέποντα καθηγητή:**

