

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ имени А.Д.САХАРОВА
ФАКУЛЬТЕТ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Кафедра ядерной и радиационной безопасности

Яроцкий Артем Анатольевич

**БЛОК ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПУЧКА ЭПИТЕПЛОВЫХ
НЕЙТРОНОВ НА ОСНОВЕ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО КРИСТАЛЛА
GAGG(CE)**

Дипломная работа

_____ А.А.Яроцкий
Научный руководитель:
заведующий кафедрой
ядерной и радиационной
безопасности
к.т.н., доцент
_____ Н.Н.Тушин

Допустить к защите

« ____ » _____ 2024 г.

Заведующий кафедрой ядерной и радиационной безопасности

к. т. н., доцент _____ Н.Н.Тушин

Минск, 2024

Аннотация

Дипломная работа: 50 страниц, 21 рисунок, 4 таблицы, 7 источников.

Ключевые слова: нейтронная физика, бор-нейтронзахватная терапия, детектор, эпитепловые нейтроны, GAGG(CE), радиационная безопасность, сцинтилляторы, фотоэлектронный умножитель, фотодиод.

Объектом исследования являются сцинтилляционные кристаллы, принцип регистрации, а также сборка блока детектирования нейтронного излучения с помощью фотоэлектронного умножителя и фотодиода, а также особенности обеспечения радиационной безопасности при использовании нейтронного излучения на примере бор-нейтронзахватной терапии.

Предметом исследования сцинтилляционные кристаллы и способы детектирования ионизирующего излучения.

Цель работы – разработка двух вариантов блока детектирования пучка эпитепловых нейтронов помощью ФЭУ и фотодиода на основе сцинтилляционного кристалла GAGG(CE).

Методика исследования заключается в проведении экспериментальной работы по разработке и сборке детектирующего устройства, с последующим проведением измерением и сравнением полученных результатов.

Полученные результаты и их новизна. В процессе разработки макета блока детектирования пучка эпитепловых были получены два собранных блока на основе фотоэлектронного умножителя и фотодиода. В последствии блоки были протестированы на работоспособность и иные присущие им характеристики: эффективность регистрации, функция отклика. Новизна данной работы заключается в создании новых технических устройств, которые в перспективе могут позволить проводить фактическое измерение пучка нейтронного излучения.

Область возможного практического применения. Данные блоки могут использовать повсеместно, для мониторинга окружающей среды, для работы с ними на объектах атомной промышленности, в ядерной медицине и в других областях, где используется не только нейтронное излучение, но и другие виды ионизирующего излучения.

Анатацыя

Дыпломная праца: 50 старонак, 21 малюнак, 4 табліцы, 7 крыніц.

Ключавыя словы: нейтронная фізіка, бор-нейтронзахопная тэрапія, дэтэктар, эпіцеплавая нейтроны, GAGG(CE), радыяцыйная бяспека, сцынтылятары, фотаэлектронны памножальнік, фотадыёд.

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца сцинтилляционные крышталі, прынцып рэгістрацыі, а таксама зборка блока дэтэктавання нейтроннага выпраменьвання з дапамогай фотаэлектроннага памножальніка і фотадыёда, а таксама асаблівасці забеспячэння радыяцыйнай бяспекі пры выкарыстанні нейтроннага выпраменьвання на прыкладзе бор-нейтронзахопнай тэрапіі.

Прадметам даследавання сцинтилляционные крышталі і спосабы дэтэктавання іянізавальнага выпраменьвання.

Мэта працы - распрацоўка двух варыянтаў блока дэтэктавання пучка эпіцеплавых нейтронаў дапамогай ФЭУ і фотадыёда на аснове сцинтилляционного крышталя GAGG (CE).

Методыка даследавання заключаецца ў правядзенні эксперыментальнай работы па распрацоўцы і зборцы дэтэктуючага прылады, з наступным правядзеннем вымярэннем і параўнаннем атрыманых вынікаў.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. У працэсе распрацоўкі макета блока дэтэктавання пучка эпіцеплавых былі атрыманы два сабраныя блокі на аснове фотаэлектроннага памножальніка і фотадыёда. У наступстве блокі былі пратэставаны на працаздольнасць і іншыя ўласцівыя ім характарыстыкі: эфектыўнасць рэгістрацыі, функцыя водгуку. Навізна дадзенай працы складаецца ў стварэнні новых тэхнічных прылад, якія ў даляглядзе могуць дазволіць праводзіць фактычнае вымярэнне пучка нейтроннага выпраменьвання.

Вобласць магчымага практычнага прымянення. Дадзеныя блокі могуць выкарыстоўваць паўсюдна, для маніторынгу навакольнага асяроддзя, для працы з імі на аб'ектах атамнай прамысловасці, у ядзернай медыцыне і ў іншых абласцях, дзе выкарыстоўваецца не толькі нейтроннае выпраменьванне, але і іншыя віды іянізавальнага выпраменьвання.

Annotation

Thesis: 50 pages, 21 drawings, 4 tables, 7 sources.

Key words: neutron physics, boron neutron capture therapy, detector, epithermal neutrons, GAGG(CE), radiation safety, scintillators, photomultiplier, photodiode.

The object of the study is scintillation crystals, the registration principle, as well as the assembly of a neutron radiation detection unit using a photomultiplier and a photodiode, as well as the features of ensuring radiation safety when using neutron radiation using the example of boron neutron capture therapy.

The subject of the research is scintillation crystals and methods for detecting ionizing radiation.

The goal of the work is to develop two versions of a unit for detecting a beam of epithermal neutrons using a PMT and a photodiode based on a GAGG(CE) scintillation crystal.

The research methodology consists of conducting experimental work on the development and assembly of a detection device, followed by measurements and comparison of the results obtained.

The results obtained and their novelty. In the process of developing the prototype of the epithermal beam detection unit, two assembled units based on a photomultiplier and a photodiode were obtained. Subsequently, the blocks were tested for performance and other inherent characteristics: registration efficiency, response function. The novelty of this work lies in the creation of new technical devices that in the future may allow actual measurement of a neutron radiation beam.

Area of possible practical application. These units can be used everywhere for environmental monitoring, for working with them at nuclear industry facilities, in nuclear medicine and in other areas where not only neutron radiation is used, but also other types of ionizing radiation.