

---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ


Кафедра ядерной физики

БАНАДЫСЕВ  
Антон Сергеевич

РАЗДЕЛЕНИЕ СИГНАЛОВ С КОМБИНИРОВАННОГО  
ДЕТЕКТОРА НА БАЗЕ NaI И ПЛАСТИКОВОГО СЦИНТИЛЛЯТОРА

Дипломная работа

Научный руководитель:  
Гутовский Алексей Олегович  
инженер-конструктор II категории,  
ООО «Полимастер»

Допущена к защите   
«08» сентября 2022 г.

Зав. кафедрой ядерной физики

кандидат физико-математических наук, доцент А.И. Тимошенко

Минск, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ГЛАВА 1 РЕГИСТРАЦИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ФОСВИЧ-ДЕТЕКТОРОВ</b> .....	4
1.1 Общая характеристика сцинтилляторов.....	4
1.2 Сцинтиллятор NaI. Механизм сцинтилляции.....	5
1.3 Пластиковый сцинтиллятор. Механизм сцинтилляции.....	7
1.4 Фосвич-детекторы. Общая характеристика.....	10
1.5 Разделение сигналов с комбинированных детекторов.....	11
<b>ГЛАВА 2 НАСТРОЙКА ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПЕКТРОВ ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ</b> .....	19
2.1 Описание используемого оборудования.....	19
2.2 Определение значений настроек измерительной электроники.....	24
<b>ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ</b> .....	35
3.1 Определение значений весовых коэффициентов и интервалов интегрирования алгоритма разделения сигналов по форме импульса.....	35
3.2 Полученные отдельные спектры с составных частей детектора.....	37
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	40
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	41

---

**РЕФЕРАТ**  
**Банадысев Антон Сергеевич**  
**РАЗДЕЛЕНИЕ СИГНАЛОВ С КОМБИНИРОВАННОГО**  
**ДЕТЕКТОРА НА БАЗЕ NaI И ПЛАСТИКОВОГО СЦИНТИЛЛЯТОРА**

Дипломная работа: 46 с., 33 рис., 2 табл., 22 источника.

**Ключевые слова:** СЦИНТИЛЛЯТОР, ФОСВИЧ-ДЕТЕКТОР, РАЗДЕЛЕНИЕ СИГНАЛОВ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СПЕКТРОМЕТРИЯ.

**Объект исследования:** фосвич-детектор NaI-PS.

**Цель исследования:** получение отдельных спектров с составных частей фосвич-детектора для их спектрометрического анализа и идентификации радионуклидов.

**Методы исследования:** анализ гамма-спектров, разделение сигналов по форме импульса.

**Полученные результаты и их новизна:** произведена настройка измерительной электроники для получения спектров источников ионизирующего излучения и подобраны значения параметров для алгоритма разделения сигналов по форме импульса, получены спектры источников ионизирующего излучения, отдельные спектры с составных частей фосвич-детектора. Научная новизна полученных результатов заключается в том, что они впервые были получены для исследуемого фосвич-детектора. Их практическая значимость состоит в том, что они будут использованы для последующей разработки коммерческого оборудования.

**Область возможного практического применения:** результаты данной работы могут быть применены для разработки гамма-детектора, применяемого в портальных мониторах радиоактивности. Данный детектор позволит избежать срабатываний монитора в присутствии естественных радионуклидов и выделять обнаружение особо опасных радиоактивных веществ, таких как специальные ядерные материалы, медицинских и промышленных изотопов.

## РЭФЕРАТ

Банадысеў Антон Сяргеевіч

### РАЗДЗЯЛЕННЕ СІГНАЛАЎ З КАМБІНАВАНАГА ДЭТЭКТАРА НА БАЗЕ NaI І ПЛАСТЫКАВАГА СЦІНТЫЛЯТАРА

Дыпломная праца: 46 с., 33 мал., 2 табл., 22 крыніцы.

**Ключавыя словы:** СЦІНТЫЛЯТАР, ФОСВІЧ-ДЭТЭКТАР, РАЗДЗЯЛЕННЕ СІГНАЛАЎ, РАДЫАЦЫЙНАЯ БЯСПЕКА, СПЕКТРАМЕТРЫЯ.

**Аб'ект даследавання:** фосвіч-дэтэктар NaI-PS.

**Цель даследавання:** атрыманне паасобных спектраў з састаўных частак фосвіч-дэтэктара для іх спектраметрычнага аналізу і ідэнтыфікацыі радыенуклідаў.

**Метады даследавання:** аналіз гама-спектраў, падзел сігналаў па форме імпульсу.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** праведзена настройка вымяральной электронікі для атрымання спектраў крыніц іянізавальнага выпраменьвання і падабраны значэнні параметраў для алгарытму падзелу сігналаў па форме імпульсу, атрыманы спектры крыніц іянізавальнага выпраменьвання, паасобныя спектры з састаўных частак фосвіч-дэтэктара. Навуковая навізна атрыманых вынікаў складаецца ў тым, што яны ўпершыню былі атрыманы для доследнага фосвіч-дэтэктара. Іх практычнае значэнне складаецца ў тым, што яны будуць скарыстаны для наступнай распрацоўкі камерцыйнага абсталявання.

**Вобласць магчымага практычнага прымянення:** вынікі дадзенай працы могуць быць ужытыя для распрацоўкі гама-дэтэктара, які прымяняецца ў партальных маніторах радыеактыўнасці. Дадзены дэтэктар дазволіць пазбегнуць спрацоўванняў манітора ў прысутнасці натуральных радыенуклідаў і вылучаць выяўленне асабліва небяспечных радыеактыўных рэчываў, такіх як спецыяльныя ядзерныя матэрыялы, медыцынскіх і прамысловых ізатопаў.

---

**ANNOTATION**  
**Banadyseu Anton Sergeevich**  
**SEPARATION OF SIGNALS FROM A COMBINED DETECTOR**  
**BASED ON NaI AND A PLASTIC SCINTILLATOR**

Degree paper: 46 p., 33 ill., 2 tab., 22 sources.

**Key words:** SCINTILLATOR, PHOSWICH DETECTOR, SIGNAL DISCRIMINATION, RADIATION SAFETY, SPECTROMETRY.

**Object of research:** phoswich detector NaI-PS.

**Purpose of research:** obtaining separate spectra from the components of the phoswich detector for their spectrometric analysis and identification of radionuclides.

**Research methods:** analysis of gamma spectra, pulse shape discrimination of signals.

**Obtained results and their novelty:** the measuring electronics were tuned to obtain spectra of ionizing radiation sources and the parameter values were selected for the pulse shape discrimination algorithm, spectra of ionizing radiation sources were obtained, separate spectra from the components of the phoswich detector. The scientific novelty of the results obtained lies in the fact that they were first obtained for the investigated phoswich detector. Their practical significance lies in the fact that they will be used for the further development of commercial equipment.

**Area of possible practical application:** the results of this work can be used to develop a gamma detector used in portal radioactivity monitors. This detector will allow to avoid triggering the monitor in the presence of natural radionuclides and to highlight the detection of highly hazardous radioactive substances, such as special nuclear materials, medical and industrial isotopes.