

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук
Бузулуцкого Алексея Федоровича на диссертационную работу
Немченка Игоря Борисовича на тему «Разработка и исследование
пластмассовых и жидких сцинтилляторов для детекторов экспериментов в
области нейтринной физики»
на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Диссертационная работа посвящена разработке и исследованию пластмассовых и жидких сцинтилляторов для экспериментов в области нейтринной физики.

Избранная тема является, несомненно, актуальной и определяется растущей потребностью в детекторах на основе органических сцинтилляторов с повышенной эффективностью регистрации различных видов излучений, в частности нейтронов, пригодных для использования в крупномасштабных физических экспериментах.

Основной целью работы являлась разработка методов получения, а также создание и экспериментальное исследование новых эффективных пластмассовых и жидких сцинтилляторов для крупномасштабных нейтринных детекторов.

Диссертация состоит из введения, 7 глав и заключения.

В первой главе представлен литературный обзор, в котором охарактеризованы состав и свойства органических сцинтилляторов и современное состояние дел в области их разработки.

Во второй главе представлена разработка жидких сцинтилляторов для реакторного нейтринного эксперимента Daya Bay, а также исследования по получению гадолинийсодержащих жидких сцинтилляторов.

В третьей главе представлены разработки по борсодержащим органическим сцинтилляторам для регистрации тепловых нейтронов.

В четвертой главе представлены разработки и исследования по новым пластмассовым и жидким сцинтилляторам, содержащим гадолиний и неодим.

В пятой главе представлены исследования по кадмийсодержащим органическим сцинтилляторам, являющимся альтернативой гадолинийсодержащим сцинтилляторам.

В шестой главе представлены исследования по усовершенствованию технологии «стандартных» пластмассовых сцинтилляторов и результаты их использования для международного эксперимента NEMO-3 по изучению двойного бета-распада.

В седьмой главе представлены экспериментальные методики, использованные при выполнении диссертационной работы.

Основными результатами, полученными соискателем, являются:

1. Разработаны эффективные жидкие сцинтилляторы на основе линейного алкилбензола, как «стандартного состава», так и содержащие гадолиний, используемые в крупномасштабном нейтринном эксперименте Daya Bay.

2. Разработаны новые пластмассовые и жидкие сцинтилляторы, содержащие бор, для эффективной регистрации тепловых нейтронов.

3. Разработан новый метод получения пластмассовых сцинтилляторов, содержащих редкоземельные элементы. На его основе изготовлены новые пластмассовые сцинтилляторы, содержащий гадолиний, с рекордным содержанием металла и впервые получены неодимсодержащие пластмассовые сцинтилляторы.

4. Получены новые неодимсодержащие жидкие сцинтилляторы, пригодные для использования в крупномасштабных экспериментах.

5. Впервые получены пластмассовые кадмийсодержащие сцинтилляторы и разработаны жидкие кадмийсодержащие сцинтилляторы с высокой температурой вспышки.

6. Спроектирован и введен в эксплуатацию участок по производству высококачественных пластмассовых сцинтилляторов на основе полистирола. Это позволило обеспечить высококачественные сцинтилляторы для экспериментов по двойного бета-распаду NEMO-3, низкофоновому детектору ViPO и исследованию широких атмосферных ливней НЕВОД.

Таким образом, поставленная цель по разработке и исследованию новых эффективных пластмассовых и жидких сцинтилляторов для крупномасштабных нейтринных и низкофоновых детекторов была достигнута.

Степень обоснованности и достоверность научных результатов и выводов, полученных в диссертации, определяется воспроизводимостью разработанных экспериментальных методик и их использованием на практике в действующих экспериментах и, таким образом, не вызывает сомнения. Новизна полученных результатов заключается в разработке новых типов эффективных сцинтилляторов для крупномасштабных нейтринных и низкофоновых экспериментов, как пластмассовых, так и жидких, с добавками различных элементов для эффективной регистрации нейтронов.

Хотя в целом работа выполнена на высоком уровне, в ней имеются отдельные несущественные недостатки и есть некоторые вопросы:

1. Глава 1. Утверждение на стр. 21, что неорганические сцинтилляторы являются медленными по сравнению с органическими сцинтилляторами, не совсем корректно. Так, по быстрдействию жидкий ксенон вполне сравним с органическими сцинтилляторами, а BaF_2 с его рекордно быстрой компонентой их превосходит.

2. Глава 2. На стр. 108 приведена таблица 2.9 по временным свойствам жидких сцинтилляторов на основе линейного алкилбензола. Не плохо было бы сопроводить ее примерами временных спектров сигналов, аналогично тому, как это сделано для таблицы 2.11 по энергетическому разрешению.

3. Глава 2. Хотя основной темой диссертации являются сцинтилляторы для регистрации тепловых нейтронов, было бы интересно узнать, возможна ли эффективная регистрация быстрых нейтронов? Конкретнее, можно ли отделить по форме сигнала (по соотношению быстрой и медленной компоненты) быстрые нейтроны от гамма-квантов в жидком сцинтилляторе на основе линейного алкилбензола? Этот вопрос особенно актуален для нашей лаборатории, т.к. мы используем сцинтилляционные счетчики на основе стильбена (которых у нас мало) для регистрации быстрых нейтронов и эффективного их отделения от гамма-фона при калибровке детекторов темной материи методом рассеяния быстрых (2.45 МэВ) нейтронов. Вопрос: годится ли линейный алкилбензол для этих целей, вместо стильбена?

4. Глава 4. На стр. 137-138 и Рис. 4.10-11 проводится сравнение бор- и гадолинийсодержащих сцинтилляторов по световыходу и эффективности регистрации тепловых нейтронов. Однако, четкого вывода, какой сцинтиллятор является лучшим на практике, не сделано. Возможно, каждый из них хорош в своей области применения. Тогда это надо было бы описать конкретнее.

Указанные недостатки не снижают практической ценности и высокого уровня диссертации, представленной к публичной защите.

Диссертационная работа является значительным вкладом в создание новых эффективных сцинтилляторов для крупномасштабных нейтринных и низкофоновых

экспериментов. Следует отметить завершенность диссертационной работы, её соответствие заявленному шифру специальности, достаточное количество и качество публикаций соискателя. Ее содержание достаточно полно изложено в статьях, опубликованных соискателем в печати, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Следует также отметить аккуратность представленной работы, а именно практически полное отсутствие опечаток и небрежно сделанных рисунков, что нетривиально для диссертации такого большого объема.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации и соответствует содержанию диссертационной работы и требованиям, предъявляемым ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Полученные И.Б. Немченком результаты являются новыми, обоснованными и достоверными. Его диссертация полностью соответствует требованиям пункта 9 Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент:
главный научный сотрудник
ИЯФ СО РАН им. Г.И. Будкера,
г. Новосибирск,
д.ф.-м.н.

13, 05. 2019

Бузулуцков Алексей Федорович

Подпись Бузулуцкова А.Ф. заверяю:

Ученый секретарь
ИЯФ СО РАН



Аракчеев А.С.