

ОТЗЫВ

официального оппонента 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»

Актуальность избранной темы.

Пластмассовые и жидкие сцинтилляторы давно и уверенно заняли свою нишу среди других материалов, используемых в детекторах элементарных частиц. Для этого есть ряд причин, среди которых хороший световыход, достаточная устойчивость во времени, доступность, высокое содержание водорода и возможность создания на их основе детекторов с низким радиоактивным фоном. Все эти обстоятельства особенно актуальны для использования жидких и пластмассовых сцинтилляторов в крупногабаритных долговременных нейтринных детекторах.

Вместе с тем, существуют определенные обстоятельства, ограничивающие еще большее использование органических сцинтилляторов. Например, недостаточная безопасность при работе с большими объемами жидких сцинтилляторов. Или недостаточная эффективность регистрации гамма-излучения и тепловых нейтронов.

Тема оппонируемой диссертации тесно связана с решением этих проблем, а именно:

- с разработкой новых безопасных в использовании жидких сцинтилляторов и пластмассовых сцинтилляторов с повышенной эффективностью регистрации тепловых нейтронов, а также для экспериментов по исследованию двойного бета-распада;
- с усовершенствованием технологии получения пластмассовых сцинтилляторов на основе полистирола.

Сформулированные диссертантом цель и задачи исследования прямым образом направлены на поиск решения в этих направлениях.

Таким образом, полностью согласен с формулировкой соискателя о том, что актуальность его работы «определяется постоянно возрастающей потребностью в детекторах на основе органических сцинтилляторов с повышенной эффективностью регистрации отдельных видов излучений, пригодных для использования в крупномасштабных физических экспериментах». Актуальность исследования сформулирована автором во введении и обоснована в первой главе, в которой описано современное состояние исследований в этой области.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Главы со второй по пятую включительно посвящены описанию результатов исследования. В диссертации следующим образом сформулированы положения и результаты, выносимые на защиту:

1. Разработан жидкий сцинтиллятор «стандартного состава», используемый в крупномасштабном нейтринном эксперименте Daya Bay.

2. Разработан жидкий гадолинийсодержащий сцинтиллятор, используемый в нейтринном эксперименте Daya Bay.

3. Разработаны технологические схемы производства гадолинийсодержащей добавки, ЖС «стандартного состава» и гадолинийсодержащего жидкого сцинтиллятора для нейтринного эксперимента Daya Bay.

4. Показана возможность использования о-карборана в качестве добавки для получения борсодержащих сцинтилляторов: пластмассовых и жидких, пригодных для использования в крупномасштабных детекторах.

5. Разработан метод получения гадолиний- и неодимсодержащих пластмассовых сцинтилляторов. Получены гадолинийсодержащие сцинтилляторы с рекордной концентрацией металла.

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

7. Получены пластмассовые и жидкие кадмийсодержащие сцинтилляторы с высокой температурой вспышки.

8. Разработан проект и введен в эксплуатацию участок по производству высококачественных пластмассовых сцинтилляторов на основе полистирола.

9. Исследованы свойства разработанных материалов.

Таким образом, можно сказать, что автором найдено решение важной научно-технической задачи – разработана совокупность методов получения новых и улучшения технологии получения известных органических сцинтилляторов, предназначенных для экспериментального обеспечения проектов в области нейтринной физики.

Выводы диссертации сформулированы соискателем в заключении. Их обоснованность логически вытекает из подробного обсуждения экспериментальных результатов, которое сопровождается большим количеством качественных иллюстраций и таблиц.

Достоверность результатов, выводов и положений диссертации определяется:

– выбранными экспериментальными методиками;

- реальным существованием разработанных соискателем сцинтилляторов;
- использованием ее результатов в крупных научных экспериментах.

Практическое использование результатов очевидно. Оно подтверждается руководителями коллабораций NEMO/SUPERNEMO и Daya Bay, а также широкой апробацией работы.

Основные результаты работы были многократно доложены на рабочих совещаниях, семинарах и конференциях и описаны в 34 публикациях, среди которых 19 статей (14 из них в журналах, рекомендованных ВАК) и 15 тезисов докладов.

Новизна результатов состоит в:

1. Разработке и исследовании свойств жидкого сцинтиллятора «стандартного состава», предназначенного для использования в крупномасштабных экспериментах.
2. Разработке и исследовании свойств жидкого гадолинийсодержащего сцинтиллятора, предназначенного для использования в крупномасштабных экспериментах.
3. Использовании о-карборана в качестве элементосодержащей добавки для получения борсодержащих пластмассовых и жидких сцинтилляторов, пригодных для использования в крупномасштабных экспериментах, исследовании их свойств.
4. Использовании комплексных соединений солей гадолия и неодима с гексаметилтриамидом фосфорной кислоты в качестве элементосодержащих добавок для получения гадолиний- и неодимсодержащих пластмассовых сцинтилляторов.
5. Разработке и исследовании свойств гадолинийсодержащих пластмассовых сцинтилляторов с рекордной массовой долей (4%) металла.
6. Разработке и исследовании неодимсодержащих пластмассовых сцинтилляторов.
7. Разработкой и исследованием неодимсодержащих жидких сцинтилляторов, пригодных для использования в крупномасштабных экспериментах.
8. Разработке и исследовании пластмассовых кадмийсодержащих сцинтилляторов.
9. Разработке и исследовании свойств жидких кадмийсодержащих сцинтилляторов с высокой температурой вспышки.

Диссертация И.Б. Немченка написана хорошим языком, автореферат полностью отражает ее содержание.

К недостаткам диссертации можно отнести следующие положения

1. Первая глава представляет подробный обзор сцинтилляционного метода регистрации и путям повышения эффективности регистрации излучений органическими сцинтилляторами. Глава, безусловно, очень интересная, но 50

страниц для этой главы мне кажется слишком много для 200 страницной диссертации.

2. Иногда в тексте встречаются забавные опечатки, Так известный физик Рагаван именуется Рагхаваном (стр. 52). Открыватель нейтрино Райнес – Рейнесом (стр. 76). Увиолевое стекло – виолевым (стр. 86, 109).
3. Не совсем понятен подход автора к измерению прозрачности (фактически длины поглощения света) сцинтиллятора. Результаты измерений приведены в таблице 2.3. Автор использует понятие оптической плотности – десятичного логарифма отношения потока света до и после прохождения слоя сцинтиллятора. Почему нельзя сразу взять натуральный логарифм отношения потоков света и получить искомую величину прозрачности?
4. На некоторых графиках не указаны ошибки, например, рис.2.16, на соседнем 2.19 - ошибки есть. Так, примерно на половине графиков с экспериментальными данными нет ошибок (например, 1.18, 1.19, 1.20, 1.21, 2.14, 2.15, 2.16, 3.8, 4.10).
5. К тепловым нейтронам автор относит нейтроны с энергией меньше 0,4 эВ (на страницах 120, 125, 128). Это не совсем понятно, т.к 0.4 эВ соответствует температуре 4000 градусов.

Приведенные выше замечания не снижают высокого уровня диссертации.

Диссертация И.Б. Немченка является законченной научно-квалификационной работой, в которой предложена совокупность важных для развития нейтринной физики научно-технических решений. По объему полученных результатов, их новизне, обоснованности, достоверности и практической значимости диссертация полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Немченко Игорь Борисович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики».

Доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией
Научно-исследовательского института ядерной физики
имени Д.В. Скобельцына
МГУ имени М.В. Ломоносова

Л.А. Кузьмичев

Подпись Л.А.Кузьмичева удостоверяю.

Директор НИИЯФ МГУ
профессор



М.И.Панасюк