

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

### «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 2/итоговый

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-15-2019-1841, Внутренний номер соглашения 05.604.21.0238

Тема: «Разработка технологии высокочистых прекурсоров для создания гибридных функциональных материалов: ультра-низкофоновые соединения гадолиния»

Приоритетное направление: Индустрия наносистем (ИН)

Критическая технология:

Период выполнения: 03.12.2019 - 30.07.2020

Плановое финансирование проекта: 38.00 млн. руб.

Бюджетные средства 30.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 8.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "Марафон"

Ключевые слова: гадолиний, соединения гадолиния, высокочистые вещества, низкофоновые материалы, гибридные материалы

#### 1. Цель проекта

Разработка лабораторной технологии высокочистых ультра-низкофоновых соединений гадолиния. Поиск путей создания технологий ультра-низкофоновых функциональных гибридных органо-неорганических материалов на основе высокочистых ультра-низкофоновых соединений гадолиния

#### 2. Основные результаты проекта

1. Разработана методика определения ультранизких концентраций урана и тория в химических препаратах на основе гадолиния
2. Разработана методика определения примесного состава химических препаратов на основе гадолиния.
3. Проведены исследования примесного состава и концентраций урана и тория в коммерчески доступных препаратах на основе гадолиния.
4. Разработана методика определения ультранизких концентраций урана и тория в полимерных матрицах и гибридных органических материалах
5. Проведены определения ультранизких концентраций урана и тория в полимерных матрицах, пригодных для изготовления гибридных функциональных материалов на основе гадолиния
6. Разработана конструкция, изготовлена и введена в эксплуатацию установки для получения высокочистого ультранизкофонового препарата на основе соединений гадолиния
7. Разработана лабораторная технология получения высокочистого ультра-низкофонового соединения гадолиния
8. Изготовлена экспериментальная партия и исследован примесный состав и содержания урана и тория в высокочистом ультранизкофоном соединении гадолиния
9. Разработана методика изготовления гибридных материалов на основе полимерных матриц и высокочистого ультранизкофонового соединения гадолиния.
10. Изготовлены экспериментальные образцы ультранизкофонового гибридных материалов на основе полимерной матрицы полиметилметакрилата и высокочистого ультранизкофонового ацетилацетоната гадолиния
11. Разработан проект технического задания на проведение ОКР по теме «Организация опытного производства высокочистых ультранизкофоновых препаратов на основе соединений гадолиния»
12. Проведены исследования механических характеристик экспериментальных образцов полимерных и гибридных материалов на основе полимерных матриц и высокочистого ультранизкофонового соединения гадолиния.
13. Проведены маркетинговые исследования производства высокочистых ультра-низкофонового соединений гадолиния.
14. Разработан бизнес-план по организации производства высокочистых ультранизкофонового соединений гадолиния.
15. Подана заявка на изобретение на способ получения хлорида гадолиния (III) с пониженным содержанием урана и тория.

1. Разработана методика определения концентраций урана и тория в химических препаратах на основе гадолиния с пределами определения 10-8 г/г
2. В результате исследований примесного состава и концентраций урана и тория в коммерчески доступных препаратах на основе гадолиния установлено, что максимальная чистота отечественного нитрата гадолиния составляет 99,9994 мас%, однако ни один из доступных препаратов не имел концентрации урана и тория ниже 2 10-8 мас.%.
  3. Разработана лабораторная методика получения препарата хлорида гадолиния с химической чистотой 99,999 мас.% и содержанием урана и тория менее 10-8 мас.%
  4. Разработана методика получения препарата ацетилацетоната гадолиния с химической чистотой 99,999 мас.% и с содержанием урана и тория менее 10-8 мас.%, пригодного для изготовления гибридных материалов
  5. Разработана методика изготовления гибридного материала на основе матрицы полиметилметакрилата с инкорпорированным ацетилацетонатом гадолиния с однородностью его распределения по 5 см толщины образца на хуже 20% при концентрации гадолиния в гибридном материал от 0.1 до 1 мас.%
  6. Изготовлены образцы ультранизкофонового гибридных материалов на основе матрицы полиметилметакрилата и высокочистого ультранизкофонового ацетилацетоната гадолиния в виде прямоугольников с размерами 50x50x20 мм с равномерным по объему распределением гадолиния по массе образца в количестве 0.1 - 1 мас. % с содержанием урана не более 10-8 мас.% и тория - не более 10-8 мас.%.
    7. Разработана методика и проведены испытания механических характеристик изготовленных образцов ультранизкофонового гибридных материалов в интервале температур 79-300 К.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

изобретение заявка № 2020123519 от 15.07.2020 СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРИДА ГАДОЛИНИЯ (III) С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УРАНА И ТОРИЯ

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Ультра-низкофоновые материалы являются ключевой проблемой при создании всех современных и будущих низкофоновых детекторов астрочастиц, предназначенных для исследований редких процессов (физика нейтрино, прямая регистрация частиц Темной материи, исследования безнейтринного двойного бета-распада). Переход к детекторам с массой чувствительного объема единицы, десятки и, в перспективе, сотни тонн (в зависимости от типа вещества чувствительного объема) требует промышленных объемов от единиц до десятков тонн конструкционных низкофоновых материалов различных типов, с собственной радиоактивностью на уровне менее 10 мБк (10 распадов за 1000 сек). Доступ к классическим, но ультранизкофоновым материалам является необходимым условием для создания таких детекторов, а появление новых гибридных низкофоновых материалов открывает новые возможности в создании оригинальных конструкций детекторов. Разрабатываемые в проекте технологии ультра-низкофоновых препаратов на основе гадолиния будут использованы для создания конструкционных гибридных материалов, обеспечивающих поглощение фоновых тепловых нейтронов при исследовании редких физических процессов.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Разработанная в ходе выполнения ПНИ технология ультра-низкофоновых препаратов на основе соединений гадолиния и конструкционных органо-неорганических материалов на их основе позволят создать новые детекторные системы для исследования редких физических процессов. Потребности для проекта DarkSide20k в препарате гадолиния с ультра низким радиоактивным фоном составляют 500 кг, а потребности в конструкционных гибридных материалах для улавливания тепловых нейтронов оцениваются в 12 тонн. Создание подобных материалов в России позволит ей внести существенный вклад в международный mega-Science проект и перейти к качественно новым результатам при исследовании редких физических процессов.

## 6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

На основе разработанных технологий для международной коллаборации DarkSide290k планируется к реализации проект (совместно с НИИ Пластмасс, г. Дзержинск) по производству гибридных конструкционных материалов на основе полимерной матрицы полиметилметакрилата импрегнированной гадолинием, которые будут использоваться при построении внешних детекторов (с улавливанием тепловых нейтронов) в проектах лаборатории Гран-Сассо по изучению редких физических процессов, в частности поиска "темной материи".

## 7. Наличие соисполнителей

Индустриальный партнер - ООО "Марафон". Договор о софинансировании и дальнейшем использовании результатов ПНИ от 12.11.2019 № 95/19.  
Соисполнители отсутствуют.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Проректор

\_\_\_\_\_

*(должность)*

\_\_\_\_\_

*(подпись)*

Щербина А.А.

\_\_\_\_\_

*(фамилия, имя, отчество)*

### Руководитель работ по проекту

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

*(должность)*

\_\_\_\_\_

*(подпись)*

Аветисов И.Х.

\_\_\_\_\_

*(фамилия, имя, отчество)*

**М.П.**