

## ОТЗЫВ

### На автореферат диссертации Бутакова Дениса Сергеевича на тему «Автономные источники питания конденсаторного типа с прямым преобразованием энергии распада радиоизотопов в электричество»,

Представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность

В исследовании Бутакова Д.С. рассматривается актуальная тема, посвященная разработке новых способов создания источников питания с длительным сроком службы, основой которых являются самозаряжающиеся супер-конденсаторы, содержащие в своей структуре радиоизотоп  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ . Тема актуальна, поскольку она попадает под перечень важнейших наукоемких технологий из Указа Президента Российской Федерации от 18 июня 2024г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий», а именно: «Технологии создания высокоэффективных систем генерации, распределения и хранения энергии (в том числе атомной)».

В ходе выполнения диссертационного исследования соискатель провел анализ текущего состояния радиоизотопных источников питания различного типа; экспериментальным путем обосновал выбор конструкционных материалов и ионных жидкостей для создания образцов источников питания конденсаторного типа; отработал технологии синтеза углеродных электродов, модифицированных добавкой радиоизотопа  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ; изучил структуру и удерживающую способность углеродных матриц, препятствующих выходу радиоизотопа  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  в раствор. Все это явилось основой для разработки технологического процесса изготовления исследованных источников питания.

Стоит положительно отметить использование в работе наноматериалов – многостенных углеродных нанотрубок, которые имеют большую площадь поверхности и химическую стабильность. Эти свойства, несомненно,

являются важными при разработке электродов, взаимодействующих с жидкими электролитами.

Значимым вкладом в отечественную науку будет служить качественное описание основных физических явлений, протекающих в представленных в исследовании источниках питания конденсаторного типа, содержащих радиоизотоп  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ . Представленные явления могут стать основой для изучения процессов (на практике и в теории), происходящих в самозаряжающихся супер-конденсаторах, содержащих радиоизотопы.

Усиливают диссертационную работу проведенные исследовательские испытания (механические, климатические, на радиационную стойкость) и интеграция разработанных источников питания конденсаторного типа с модулем периодической активации. Данные исследования основополагающе подтверждают возможность использования источников питания конденсаторного типа как на Земле, так и вне нее. Их удельных мощностей, определенных в работе, будет достаточно для обеспечения электрической энергией современных маломощных устройств электронной техники.

### **Замечания по работе**

Не полностью понятны выводы о применении ионных жидкостей под действием ионизируемого излучения и времени их деградации.

При климатических испытаниях показано, что с ростом температуры растет напряжение, но не сказано, как меняется ток.

Из автореферата не ясно чем обусловлен выбор корпусов для единичных и универсального источников питания?

Могут ли данные корпуса применяться в устройствах потенциальных Заказчиков?

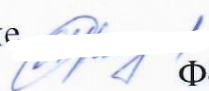
Обеспечивают ли выбранные корпуса защиту персонала от воздействия ионизирующего излучения, испускаемого радиоизотопом  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  ?

Сделанные замечания имеют рекомендательный характер для учета в будущих исследованиях соискателя и не влияют на высокую положительную оценку диссертационной работы Бутакова Д.С.


### Заключение

Бутаковым Денисом Сергеевичем проведено большое экспериментальное исследование с применением современных методов, материалов и оборудования. Оно, несомненно, вносит важный вклад в отечественное направление «Радиоизотопные источники питания». Считаю, что диссертация соответствует п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а её автор Бутаков Денис Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность за разработку научно-технологических основ создания самозаряжающихся супер-конденсаторов с удельной мощностью более  $5 \text{ мкВт/см}^3$ , которые могут найти применение в современных маломощных устройствах электронной техники как на Земле, так и вне её.

Главный научный сотрудник  
отделения Твэлы и конструкционные  
материалы АО «НИИ НПО «ЛУЧ»

  
Фёдоров Евгений Николаевич  
«28» 11 2024 г.

Научный сотрудник  
отделения Твэлы и конструкционные  
материалы АО «НИИ НПО «ЛУЧ»


  
Брацук Андрей Владимирович  
«28» 11 2024 г.

Адрес: 142103, Московская область, г. Подольск, ул. Железнодорожная, д. 24  
Телефон: +7 (4967) 58-71-95

E-mail: [fedoroven@sialuch.ru](mailto:fedoroven@sialuch.ru); [bratsuk@sialuch.ru](mailto:bratsuk@sialuch.ru)

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт  
Научно-производственное объединение «ЛУЧ»

Подписи Фёдорова Е.Н. и Брацука А.В. заверяю:  
Заместитель генерального директора  
по науке АО «НИИ НПО «ЛУЧ»

  
Мокрушин Андрей Андреевич  
«28» 11 2024 г.

