

## ОТЗЫВ

кандидата технических наук Кулакова Геннадия Валентиновича на автореферат диссертации Бутакова Дениса Сергеевича «Автономные источники питания конденсаторного типа с прямым преобразованием энергии распада радиоизотопов в электричество», представленный на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Диссертационная работа Д.С. Бутакова направлена на решение актуальной задачи разработки автономного радиоизотопного источника питания. К настоящему моменту известно, что вопросом разработки источника питания прямого преобразования энергии радиационного распада в электричество занимается большое количество научных коллективов в разных странах, наибольшую актуальность имеют разработки связанные с созданием бета-вольтаических источников питания. Необходимо заметить, что достигнутые на сегодняшний день значения удельных характеристик не превышают  $1 \text{ мкВт/см}^3$  и КПД в 2%, ограничения связаны с возможностью использовать в данных устройствах низкоэнергетичные бета-излучающие радиоизотопы, что бы не повредить полупроводниковую структуру, а также низким КПД преобразования самих структур. Предлагаемый в диссертационной работе метод преобразования направлен на решение данных проблем и увеличение выходных энергетических характеристик.

Научная новизна представленной диссертационной работы заключается в разработке нового вида радиоизотопного источника питания конденсаторного типа, используемый метод преобразования позволил использовать радиоизотопы  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  с энергией электронов распада более 2 МэВ, что в свою очередь существенно увеличивает выходные энергетические характеристики.

Практическая значимость представленной работы заключается в том, что разработанные источники питания уже были использованы в качестве источника энергии для электронного модуля периодической активации, а также в будущем могут использоваться для энергообеспечения автономных электронных устройств как космического назначения, так и наземного использования.

Автореферат диссертации отвечает всем установленным требованиям, раскрывает основные положения диссертации и позволяет оценить

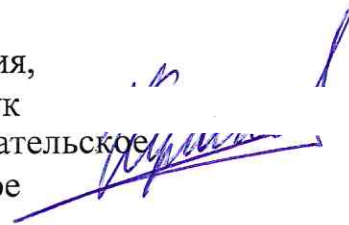
особенности диссертационной работы.

В ходе ознакомления с авторефератом диссертации возникли следующие вопросы и предложения: разработанные в рамках диссертационной работы источники питания, по своей сути являются радиационными источниками закрытого типа, в связи с чем прослеживается необходимость формулировки требований по обращению с данным типом изделия; в рамках диссертационной работы предложено использовать радиоизотопы  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  с высокой энергией электронов распада, при этом в материалах источника питания однозначно будет возникать вторичное тормозное гамма-излучения, необходимо провести более детальные его исследования, а также разработать методы снижения данного негативного фактора.

Вышеизложенные замечания и предложения не носят принципиального характера и не снижают значимости диссертационного исследования.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Бутаков Денис Сергеевич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Директор отделения,  
кандидат техн. наук  
Научно-исследовательское  
ТВЭЛЬНО-ТОПЛИВНОЕ  
отделение



Кулаков Геннадий Валентинович

«28» ноября 2024 г.

Адрес: 123098, Москва, ул. Рогова, 5а

Телефон: +7-916-135-97-78

E-mail: GV\_Kulakov@mail.ru

Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара»

Подпись Кулакова Г.В. заверяю:

Ученый секретарь,  
кандидат экономических наук



Поздеев Михаил Васильевич