

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рябцевой Марии Владимировны  
на тему: «Усовершенствование конструкции и функциональных свойств  
фотовосприимчивой электрогенерирующей части батареи солнечной для повышения  
эксплуатационных характеристик системы энергоснабжения космических аппаратов»,  
представленную  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.3.11. Физика полупроводников

Как известно, батарея солнечная является первичным источником питания, который в первую очередь подвержен воздействию факторов космического пространства, что определяет ресурс самого космического аппарата. На высокоэллиптических орбитах наибольший урон фотовосприимчивой электрогенерирующей части батареи солнечной наносит радиация. Это побуждает разработчиков ракетно-космической отрасли ужесточать требования к надежности, стоимости, удельным электрическим и массогабаритным характеристикам современных батарей солнечных космических аппаратов. Потому диссертационная работа Рябцевой М.В., посвященная разработке способа снижения негативного воздействия ионизирующего излучения на электрические параметры многокаскадных фотоэлектрических преобразователей на основе полупроводниковых материалов AlInBV/Ge батареи солнечной в процессе эксплуатации космического аппарата, весьма актуальна.

Автором впервые разработана модель расчета степени деградации величин тока короткого замыкания и напряжения холостого хода каскадов на основе InGaP, InGaAs и Ge в составе фотоэлектрического преобразователя без необходимости создания дополнительных элементов, что позволяет наиболее полно исследовать полупроводниковую структуру многокаскадных элементов. Разработана и запатентована конструкция фотовосприимчивой электрогенерирующей части батареи солнечной с возможностью применения инжекционного отжига для частичного восстановления характеристик прибора в конце срока активного существования. Исследована эффективность инжекционного отжига облученных фотоэлектрических преобразователей со структурой InGaP/InGaAs/Ge в составе экспериментальной сборки. Автор на основе анализа выходных характеристик фотоэлектрических преобразователей до и после облучения, а также после воздействия инжекционного отжига разработал экспериментально-теоретический подход к определению эффективного режима инжекционного отжига элементов в зависимости от радиационных условий, в которых эксплуатируется батарея солнечная.

В работе показано, что применение инжекционного отжига облученных фотоэлектрических преобразователей в процессе функционирования батареи солнечной позволит получить выигрыш по мощности 15,5 % в конце срока активного существования при её функционировании в радиационных условиях геостационарной орбиты и отжиге в течение не более 12,3 часов с периодичностью один раз в год.

Результаты работы потенциально применимы для ракетно-космической отрасли, в частности для перспективных космических аппаратов с большим энергопотреблением при условии применения в качестве первичного источника питания батареи солнечной на основе многокаскадных фотоэлектрических преобразователей с полупроводниковой структурой AlInBV/Ge.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечена проведением исследований, основанных на известных подходах к получению оптических и фотоэлектрических характеристик элементов, а также использованием современных взаимодополняющих методов анализа и статистической обработки. Результаты работы обширно представлены в материалах 16 конференций и

опубликованы в 7-ми изданиях, из которых 4 печатные работы – в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, 3 печатные работы – в журналах, входящих в международные базы данных Web of Science, 1 патент РФ на полезную модель.

Вместе с тем следует указать на определенные недостатки работы, которые могут послужить также пожеланиями для перспективных исследований автора. Например, полезным было бы рассмотреть адаптацию предложенного в работе подхода формирования фотовосприимчивой электрогенерирующей части для батареи солнечной с напряжением 100 В, которые сегодня активно применяются в составе космических аппаратов геостационарной орбиты. Кроме того, в работе не представлена электрическая схема батареи солнечной с инжекционным отжигом, в связи с чем нет четкого понимания способов коммутации фотоэлектрических преобразователей между собой. При этом из автореферата видно, что диссертационная работа Рябцевой М.В. содержит значительный экспериментальный материал и представляет собой законченное исследование. Достоверность результатов и выводов не вызывает сомнения.

Таким образом, можно заключить, что работа соответствует требованиям п. 2 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Рябцева М.В. достойна присуждения ей искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 Физика полупроводников (физико-математические науки).

Ведущий инженер-конструктор  
Акционерного общества «Информационные  
спутниковые системы» имени академика  
М.Ф. Решетнёва»



В.А. Гебгардт

01.04.2024

**Почтовый адрес:** ул. Ленина, зд. 52, г. Железнодорожный, г.о. ЗАТО Железнодорожный,  
Красноярский край, Российская Федерация, 662972

**Телефон:** (3919) 76-25-13

**e-mail:** gebgardtva@iss-reshetnev.ru