

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Минтаирова Сергея Александровича «Многoperеходные гетероструктурные фотопреобразователи на основе материалов  $A^3B^5$  и германия, полученные методом МОС-гидридной эпитаксии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников

В диссертационной работе Минтаирова С.А. рассмотрена важная научно-техническая задача разработки многoperеходных (каскадных) солнечных элементов (КСЭ). Целью работы являлась разработка научных основ и МОС-гидридной эпитаксиальной технологии для создания высокоэффективных каскадных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) космического и наземного назначения.

Актуальность темы не вызывает сомнений и обусловлена необходимостью обеспечения высокого КПД солнечных элементов и снижения себестоимости получаемой энергии.

Указанная цель достигается за счет разработки теоретических основ и технологии создания согласованных по параметру решетки каскадных ФЭП на основе изопериодических полупроводниковых материалов GaInP/GaInAs/Ge, пригодных к крупномасштабному производству.

Новые и наиболее значимые результаты диссертационной работы:

- показано преимущество *p-n* полярности для GaAs ФЭП;
- показано, что использование нуклеационного слоя GaInP оптимальной толщины приводит к дополнительному возрастанию фототока Ge субэлемента;
- теоретически оптимизированы оптические потери в структурах каскадных ФЭП;
- предложено использование слоя *p*-GaInP в качестве тыльного барьера среднего GaInAs субэлемента, являющегося одновременно широкозонным барьером для нижнего туннельного диода.

В целом результаты диссертационной работы дают перспективную возможность для развития солнечной энергетики.

По содержанию автореферата имеется ряд замечаний:

- 1) В Главе 1 показано, что на механически стыкованных СЭ была достигнута эффективность преобразования около 40%. Преимущества использования монолитных солнечных элементов (СЭ) не рассмотрены.

2) На подписи к рис. 2 а) указано, что на графике изображен численный расчет зависимости напряжения холостого хода от степени концентрирования солнечного излучения, однако на самом рисунке по оси абсцисс отложена длина волны в нм.

3) Не приведены результаты исследований реального увеличения КПД ФЭП с учетом применения мер повышения КПД, рассмотренных в диссертационной работе.

Указанные замечания не снижают высокий научный уровень диссертационной работы Минтаирова С.А.

Диссертация Минтаирова С.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и практические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития солнечной энергетики космического и наземного назначения.

Диссертационная работа «Многoperеходные гетероструктурные фото-преобразователи на основе материалов  $A^3B^5$  и германия, полученные методом МОС-гидридной эпитаксии» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Минтаиров Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников.

— Труфанов Алексей Николаевич  
заместитель начальника научно-исследовательского отдела,  
кандидат технических наук

ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова»

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»

603950, Россия, г. Нижний Новгород, ГСП-486

тел. (831) 465-49-90

e-mail: [niiis@niiis.nnov.ru](mailto:niiis@niiis.nnov.ru)

Подпись А.Н. Труфанова заверяю:

Ученый секретарь

ФГУП «ФНПЦ НИИИС»

кандидат технических наук



Галина Владимировна