

**Резюме проекта, выполненного
в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-
технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»
по этапу № 5/итоговый**

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.604.21.0089

Тема: «Мощные фотоэлектрические преобразователи лазерного излучения с КПД более 60% для систем лучевой энергетики»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

Критическая технология: Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии

Период выполнения: 27.06.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 31.50 млн. руб.

Бюджетные средства 25.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 6.50 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Индустриальный партнер: Открытое акционерное общество "Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С. П. Королева"

Ключевые слова: Эпитаксиальное выращивание, фотоэлектрическое преобразование энергии, КПД, гетероструктуры, технология, лазерное излучение

1. Цель проекта

Цель проекта состоит в разработке технологии создания перспективных источников энергии на основе полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) лазерного излучения. Основной целью проекта является разработка и создание высокоэффективных мощных фотоэлектрических преобразователей лазерного излучения на основе АЗВ5 с КПД ~ 50 - 60% при преобразовании лазерного излучения в диапазоне длин волн 0.78 – 1.68 мкм для решения проблемы высокоэффективной передачи энергии по лазерному лучу.

Основной задачей проекта является разработка принципов построения, создание и исследование новых типов высокоэффективных наногетероструктурных фотопреобразователей мощного лазерного излучения для приема и преобразования энергии в системах лучевой с целью повышения КПД энергоснабжения наземных и космических объектов.

2. Основные результаты проекта

Создана система приёма-передачи энергии лазерного излучения для исследования изготовленных ФЭП и проведены экспериментальные исследования макетов ФЭП лазерного излучения.

Разработана программа и методики исследовательских испытаний макетов ФЭП.

Разработаны физико-математические модели для описания процессов преобразования потоков мощного лазерного излучения в ФЭП.

Разработаны основы технологии создания ФЭП лазерного излучения различных длин волн.

Оптимизированы эпитаксиальные гетероструктуры ФЭП лазерного излучения.

Разработана воспроизводимая постростовая технология создания ФЭП на основе гетероструктур.

Разработаны радиационно-стойкие фотоприемные модули на основе ФЭП лазерного излучения.

Получены макеты ФЭП и экспериментальных образцов модулей ФЭП лазерного излучения.

Для ФЭП ЛИ 809 нм размером 20 мм x 20 мм при равномерной засветке 2.1 Вт получена эффективность 57.6%. Для ФЭП размером 3.0 мм x 3.4 мм для 0.8 Вт достигнут КПД 60.0 %.

Изготовлены и протестированы макеты ФЭП ЛИ с длиной волны 1064 нм. На лучших образцах при мощности 1.7 Вт достигнута эффективность $40.5\% \pm 1.5\%$.

Для ФЭП ЛИ с длиной волны 1550 нм при 1.4 Вт достигнута эффективность $40.3\% \pm 1.5\%$.

Для ФЭП на основе AlGaAs/GaAs получены преобразователи мощного (свыше 500 Вт/см²). Для ФЭП площадью 0.00785 см² зафиксирован КПД 52.7% при мощности ~ 740 мВт.

Максимальный КПД ФЭП лазерного излучения в РКК «Энергия» при засветке лазерным излучением $\lambda=809$ нм ФЭП размером 20 мм x 20 мм в составе модуля составил $62\pm 2\%$.

Полученные результаты соответствуют требованиям технического задания проекта.

Научно-технические результаты, полученные в ходе выполнения этапа, являются новыми и находятся на уровне мировых достижений. Предполагаемые научно-технические решения соответствуют научно-техническому уровню, ожидаемому после 2016 года.

Созданные и испытанные ФЭП ЛИ не имеют аналогов в России, превосходят по эффективности фотоэлектрического преобразования достижения других разработчиков и производителей в России и превосходят мировой уровень.

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

1. Заявка на изобретение N2015146252/28 «Способ изготовления фотоэлемента на основе GaAs» от 27.10.2015, РФ.

2. Заявка на полезную модель «Фотопреобразователь на основе GaAs» №2016143699 от 7.11.2016, РФ

3. Заявка на изобретение «Фотопреобразователь лазерного излучения» №2016145473 от 22.11.2016, РФ.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Полученные результаты предназначены для создания фотоэлектрических модулей на основе разработанных ФЭП лазерного излучения как для космического, так и для наземного применения. Для наземного использования систем беспроводной передачи энергии перспективными являются фотопреобразователи лазерного излучения для длин волн 0.78-0.84 мкм (основе AlGaAs/GaAs структур) для преобразования лазерного излучения, передаваемого в том числе по оптоволокну.

Разработанные ФЭП ЛИ и фотоэлектрические модули могут быть использованы как самим получателем субсидии, так и Индустриальным партнёром, или в иной профильной организации по согласованию с Минобрнауки России.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Ожидаемые социально-экономические эффекты от использования товаров и услуг, созданных на основе полученных результатов заключаются в повышении производительности труда, а также снижении материало- и энергоёмкости производства.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

В результате разработки технологии получения высокоэффективных ФЭП запланирована ее передача Индустриальному партнеру. В результате выполнения проекта может быть организовано производство разработанных в ФТИ им. А.Ф. Иоффе фотоэлектрических модулей – преобразователей лазерного излучения.

Заключено дополнительное соглашение к Договору о дальнейшем использовании результатов прикладных научных исследований о том, что начиная с даты государственной регистрации охранных документов (патентов) и принятия их Исполнителем к учету как нематериальных активов Исполнитель и Индустриальный партнер обязуются заключить Лицензионный Договор на полученные Исполнителем и зарегистрированные РИД.

7 Наличие соисполнителей

Соисполнители не привлекались для выполнения работ по проекту.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Зам. директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе

С.В. Лебедев

Руководитель работ по проекту

В.П. Хвостиков

