

## Федеральная целевая программа

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»

### Индустрия наносистем

**Тема:** Разработка эффективного радиационно-стимулированного механо-электрического генератора

**Соглашение** 14.578.21.0102  
на период 2015 - 2016 гг.

**Руководитель проекта:** Доцент Быков А.С.

**Получатель субсидии:** НИТУ «МИСиС»

**Связанное соглашение комплексного проекта** 14.580.21.0003. **Тема:** Создание высокоэффективных бета-вольтаических элементов питания с длительным сроком службы на основе радиационно-стойких структур

#### Цели и задачи проекта

**Цель:** Разработка технологии создания механо-электрических преобразователей энергии бета-излучения в электрическую энергию на основе монокристаллов пьезоэлектриков с ориентированной доменной структурой для использования в составе автономных радиационно-стимулированных бета-вольтаических элементов питания переменного напряжения с напряжением холостого хода выше 1 В и частотой выше 50 Гц.

#### Задачи:

- Создание математической модели и расчет выходных параметров (напряжение, мощность) преобразователя энергии колебаний пьезоэлектрической пластинки (кантилевера), стимулированных потоком электронов от источника  $\beta$ -излучения, в электрическое напряжение.
- Разработка технологии создания монокристаллического бидоменного кантилевера с заданными параметрами для механо-электрического преобразователя.
- Разработка эскизной документации на лабораторный макет радиационно-стимулированного механо-электрического преобразователя.
- Изготовление макета действующей модели механо-электрического преобразователя.
- Проведение лабораторных испытаний макета механо-электрического преобразователя.

#### Ожидаемые результаты проекта

- Математическая модель механо-электрического преобразователя, описывающая зависимость амплитуды разности потенциалов и электрической энергии, запасенной за одну секунду на электродах пьезоэлектрического кантилевера, от физических и геометрических параметров рабочего элемента, а также от мощности источника  $\beta$ -излучения.
- Конструкция радиационно-стимулированного механо-электрического преобразователя на основе монокристаллических бидоменных пьезоэлектрических материалов.
- Технология создания и лабораторный макет радиационно-стимулированного механо-электрического генератора переменного напряжения.

#### Перспективы практического использования

Ядерная энергетика, авиакосмическая техника, нано- и микроэлектроника (в том числе МЭМС/НЭМС, МОЭМС/НОЭМС), биомедицина, специальная техника (в том числе системы безопасности и контроля), в необслуживаемых источниках энергообеспечения с длительным сроком эксплуатации. Вместе с тем в настоящее время в Российской Федерации наблюдаются усиление тенденций по наращиванию присутствия в Арктике и освоения Сибири, для чего необходимо предусмотреть создание сети автономного навигационного оборудования, систем телеметрии и метеорологии, позволяющей производить онлайн мониторинг широкого спектра параметров, а также позволяющей повысить точность позиционирования навигационной системы ГЛОНАСС в приполярных широтах.

#### Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

##### Работы, проводимые за счет средств субсидии.

- Проведен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по проблеме создания механо-электрических преобразователей энергии бета-излучения в электрическую энергию для использования в составе автономных радиационно-стимулированных бета-вольтаических элементов питания.
  - Обоснован выбор энергетического материала и материала рабочего элемента механо-электрического элемента деформации.
  - Проведен обзор требований, предъявляемых к материалам, применяемым в бета-вольтаических генераторах.
  - Проведен обзор видов и конструкций бета-вольтаических преобразователей.
  - Обоснован метод формирования заданной доменной структуры рабочего элемента.
- Проведены патентные исследования.
- Проведена сравнительная оценка возможных направлений исследований, выбор и обоснование оптимального варианта решения задачи по созданию эффективного радиационно-стимулированного механо-электрического генератора с длительным сроком эксплуатации.
- Проводятся теоретические исследования и разрабатывается математическая модель функционирования механо-электрических преобразователей.
- Проводятся расчеты выходных параметров механо-электрического преобразователя энергии с использованием разработанной модели.
- Проводятся разработка технологического процесса изготовления пьезоэлектрических элементов.
  - Подбор геометрических размеров и кристаллографической ориентации монокристаллических пластин.
  - Выбор режима проведения процесса доменной переполаризации.
- Проводится обоснование конструкции и разработка конструкторской документации для изготовления макетов пьезоэлектрических элементов.
- Проводятся предварительные опыты по изготовлению макетов пьезоэлектрических элементов.

##### Работы, проводимые за счет индустриального партнера.

- Проводится обоснование конструкции и разработка конструкторской документации для изготовления макетов опорных элементов.
- Проводится разработка технологического процесса изготовления опорных элементов.
- Проводятся предварительные опыты по изготовлению макетов опорных элементов.

#### Партнеры проекта

**Индустриальный партнер:** ООО «ИнвестТехнологии»

- внебюджетное финансирование работ, проводимых соисполнителем в размере 19 млн. руб.

**Соисполнитель:** ФГБНУ ТИСНУМ