

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

Энергоэффективность, энергосбережение и ядерная энергетика

**Тема:** Разработка методов моделирования теплофизических свойств термоэлектрических материалов и структур и создание эффективных термоэлектрических тепловых насосов для преобразования низкопотенциальной тепловой энергии.

**Соглашение** 14.578.21.0016  
на период 2014 - 2016 гг.

**Руководитель проекта:** профессор, Шерченков А.А.

**Получатель субсидии:** федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

## Цели и задачи проекта

Цели и задачи проекта: Создание эффективных термоэлектрических тепловых насосов, преобразующих геотермальную тепловую энергию с целью отопления и кондиционирования зданий и сооружений. Актуальность и научная новизна выполняемой исследовательской работы: Поддержание комфортных температурных условий в зданиях требует затрат огромного количества энергии. Для этого используется до половины всего мирового производства энергии. Перспективный способ решения этой проблемы – использование альтернативных возобновляемых источников тепловой энергии. Среди различных видов таких источников необходимо выделить низкопотенциальную тепловую энергию (НТЭ), которая может эффективно использоваться для отопления и кондиционирования помещений. Для использования НТЭ применяют тепловой насос (ТН). К 2020 г. в передовых странах доля отопления и горячего водоснабжения с использованием ТН составит до 75 %. В данном проекте предлагается новый тип эффективных термоэлектрических ТН для преобразования низкопотенциальной тепловой энергии, основанный на использовании эффекта Пельтье и конструктивно-технологическое решение таких ТН. Научная новизна работы заключается в использовании комплексного, научно-обоснованного подхода к разработке методов моделирования и исследования теплофизических свойств термоэлектрических материалов и структур и создание на основе полученных данных эффективных термоэлектрических тепловых насосов для преобразования низкопотенциальной тепловой энергии.

## Ожидаемые результаты проекта

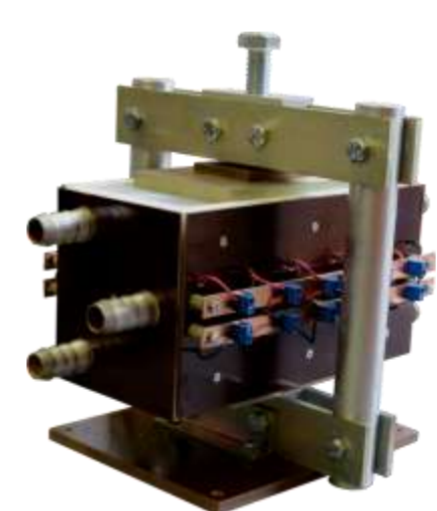
- Метод и математическая модель для определения линейных размеров термоэлектрического устройства при изменении температуры.
- Технология герметизации термоэлектрических модулей, используемых в составе термоэлектрических блоков ТН. Экспериментальные образцы герметичных модулей.
- Экспериментальный образец термоэлектрического блока для ТН. Методика и измерительный комплекс для исследований термоэлектрических устройств.
- Методика и аппаратно-программный измерительный комплекс для исследования термоэлектрических ТН.
- Метод и математическая модель для определения коэффициента преобразования термоэлектрических тепловых насосов, для различных режимов их эксплуатации.
- Метод и математическая модель расчета конструкции внешнего контура теплового насоса для различных теплофизических условий его эксплуатации.
- Экспериментальный образец термоэлектрического теплового насоса. Аппаратно-программные средства и программное обеспечение для исследования и функционирования ТН.
- Ожидаемые результаты соответствуют лучшим аналогичным разработкам мирового уровня.

## Перспективы практического использования

Термоэлектрический тепловой насос предназначен для отопления и кондиционирования зданий и сооружений. Снижение потребления энергии при использовании ТН в ЖКХ от 30 до 70% в режиме отопления, и от 20 до 50% в режиме кондиционирования. В настоящее время утверждена (распоряжением правительства РФ от 13 ноября 2009 г № 1715-р) Энергетическая стратегия России на период до 2030 г, предусматривающая масштабное внедрение систем отопления, использующих ТН. Разработанные и изготовленные в рамках проекта термоэлектрические модули и термоэлектрические устройства могут быть также использованы для регулирования и стабилизации температуры электронной, оптической и лазерной техники, в технологическом и метрологическом оборудовании, исследовательских измерительных комплексах. Можно с уверенностью утверждать, что в электронной технике, оборудовании, реализующее термоэлектрический метод регулирования температуры, является наиболее эффективным. Необходимо особо отметить большие перспективы для применения термоэлектрических устройств в вычислительной технике, а также для практического применения высокотемпературных сверхпроводников.

## Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

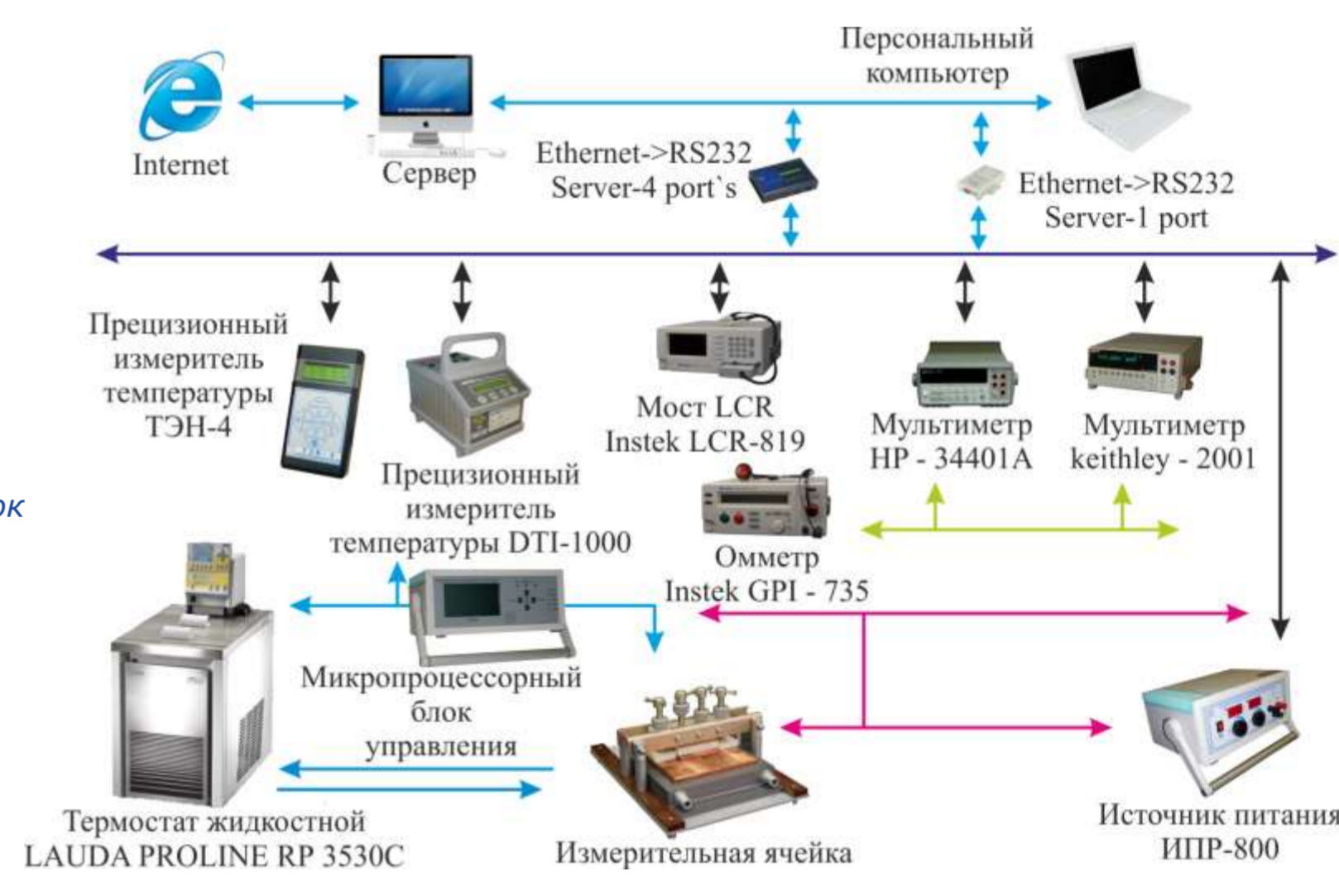
- Разработан метод и математическая модель для определения коэффициента преобразования (КОП) термоэлектрических ТН при различных режимах их эксплуатации. Разработано программное обеспечение для расчета КОП.
- Изготовлены и проведены исследования герметичных термоэлектрических модулей.
- Разработана конструкция и изготовлен термоэлектрический блок для ТН, проведены его испытания.
- Разработан метод и математические модели расчета конструкции внешнего контура ТН для различных теплофизических условий эксплуатации теплового насоса. Разработано программное обеспечение для расчета конструкции внешнего контура ТН.
- Разработана методика и проведена оценка адекватности разработанных математических моделей.
- Разработаны математические модели для функционирования интеллектуальных микропроцессорных систем управления термоэлектрическими устройствами.
- Разработана программа и методика и проведены комплексные исследования механической прочности термоэлектрических устройств.
- Разработан и изготовлен измерительный комплекс для исследований термоэлектрических устройств.
- Разработан и изготовлен аппаратно-программный измерительный комплекс для исследования основных параметров тепловых насосов.
- По результатам исследований представлены 4 статьи для публикации в ведущих журналах, сделаны 3 доклада на международных конференциях. Разработаны 2 программы для ЭВМ.
- Герметичные термоэлектрические модули не имеют аналогов.
- Термоэлектрические блоки по своим характеристикам соответствуют лучшим мировым аналогам.



Термоэлектрический блок



Аппаратно-программный измерительный комплекс для исследования основных параметров тепловых насосов



Структурная схема измерительного комплекса для исследования термоэлектрических устройств



Термоэлектрические модули с двойной герметизацией

## Партнеры проекта

Индустриальный партнер: Открытое акционерное общество «Зеленоградский инновационно-технологический центр» (ОАО «ЗИТЦ»). Финансовая поддержка проекта индустриальным партнером составляет 28 060 200 руб. ОАО «ЗИТЦ» совместно с МИЭТ реализует проект по созданию первой в России Технологической деревни - полномасштабного инновационного комплекса, соответствующего мировым стандартам и оптимальным образом приспособленного для ведения технико-внедренческой деятельности по направлению проведения прорывных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области микроэлектроники, информационно-телекоммуникационных технологий, микросистемной техники.

- Соисполнители
- 1) Общество с ограниченной ответственностью «Научно-технический центр СИНТЕР»;
- 2) Общество с ограниченной ответственностью «Сенсор Микрон».