**Разработка и создание экспериментальных образцов испарительной системы охлаждения для высокопроизводительных вычислительных процессоров и энергоэффективных светодиодных устройств**

Соглашение **№ 14.604.21.0053** в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса на 2014-2020 годы»

**Приоритетное направление**: «Информационно-телекоммуникационные системы (ИТ)»

**Период выполнения:** 30.06.2014- 31.12.2016

**Индустриальный партнер:** Общество с ограниченной ответственностью ["Сибирские энергосберегающие системы"](https://sstp.ru/fx/fcntp/ru.naumen.fcntp.components.jsp.metro.published_jsp?uuid=corebofs000080000kfbn7aplflb3k1c)

**Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

Проект направлен на разработку и создание двух экспериментальных образцов испарительных двухфазных систем охлаждения высокопроизводительных процессоров и мощных светодиодов с использованием принудительной и естественной циркуляций теплоносителя, теоретическое и экспериментальное исследование механизмов высокоэффективного отвода тепла от полупроводниковых структур.

В результате выполнения ПНИ будут разработаны и созданы две взаимодополняющие испарительные систем охлаждения с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя для мощных светодиодов и высокопроизводительных вычислительных процессоров.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 30.06.2014г. **№ 14.604.21.0053** с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 1 в период с 30.06.2014 г. по 31.12.2014 г. выполнялись следующие работы:

* Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ, в том числе обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты - не менее 15 научно-информационных источников за период 2009 – 2013 гг.
* Проведение патентных исследований по ГОСТ 15.011-96.
* Разработка Программы и методики проведения экспериментальных исследований характеристик адиабатического вынужденного двухфазного течения в горизонтальных каналах высотой от 0.1 до 2.0 мм и шириной от 10 до 40 мм.
* Экспериментальные исследования характеристик адиабатического вынужденного двухфазного течения в горизонтальных каналах.
* Построение, анализ и сравнение режимных карт адиабатического двухфазного течения.
* Определение характеристик и условий раздельного течения фаз адиабатического двухфазного течения.
* Выбор оптимальной ширины и высоты канала системы охлаждения.
* Разработка теоретической модели, описывающей процессы теплоотдачи от локальных или сложно распределенных источников тепла к пленке жидкости, движущейся под действием спутного потока газа в канале.
* Разработка алгоритма математического моделирования теплоотдачи от локальных или сложно распределенных источников тепла к пленке жидкости.
* Работа по программной реализации алгоритма.
* Численные расчеты испарения в тонкой пленке жидкости при охлаждении источника тепла высокой интенсивности.
* Разработка экспериментальной установки для исследования интенсификации теплообмена в испарительных и конденсационных узлах системы охлаждения тепловой модели мощного светодиода диаметром 1, 5 и 10 мм с естественной циркуляцией.
* Разработка программной документации на пакет программ математического моделирования.
* Разработка эскизной конструкторской документации на экспериментальную установку.
* Оплата подготовки и подачи заявки на патент.
* Участие в конференциях и семинарах для освещения и популяризации промежуточных результатов ПНИ.
* Закупка необходимого контрольно-измерительного оборудования.
* Монтажная сборка экспериментальной установки.

При этом были получены следующие результаты:

Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ, включающий 125 источников. Обоснованы актуальность планируемых исследований и выбор направления теоретических и экспериментальных исследований тепловых процессов в испарительных системах охлаждения с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя для мощных светодиодов и высокопроизводительных вычислительных процессоров

Проведены патентные исследования в соответствии с поставленной задачей - исследование технического уровня и тенденций развития объекта исследований. Установлено, что на 25.08.2014 г. исследуемый объект соответствует мировому уровню техники в заданной области, обладает новизной и изобретательским уровнем, соответствует условию промышленной применимости. Охранных и иных документов РФ, США, Японии, Китае и др. странах, которые будут препятствовать патентованию разрабатываемых решений, не выявлено. В результате проделанной работы обоснована новизна научных, технических и технологических решений.

 Разработана программа и методики проведения экспериментальных исследований характеристик адиабатического вынужденного двухфазного течения в горизонтальных каналах. Показано, что использованные методики разработаны в ИТ СО РАН являются оригинальными и новыми.

Выполнено исследование режимов двухфазных течений в коротких горизонтальных каналах прямоугольного сечения. Сделано построение, анализ и сравнение режимных карт адиабатического двухфазного течения. Установлено, что при увеличении высоты канала возрастает область раздельного режима, а увеличение ширины канала приводит к расширению областей раздельного и вспененного течения, но к сужению области струйного течения. Анализ сравнения полученных режимным карт, позволил сделать универсальный вывод, что увеличение ширины и высоты канала приводит к расширению области раздельного течения. Обнаружено, что в каналах максимального сечения раздельный режим становится более устойчивым, занимает наибольшую область, а регионы затопления и разрыва уменьшаются.

Разработана теоретическая модель, описывающая процессы теплоотдачи от локальных или сложно распределенных источников тепла к пленке жидкости, движущейся под действием спутного потока газа в канале. Создан алгоритм математического моделирования теплоотдачи от локальных или сложно распределенных источников тепла к пленке жидкости. Выполнена программная реализации алгоритма. Разработана программная документация на пакет программ математического моделирования. Проделаны численные расчеты испарения в тонкой пленке жидкости при охлаждении источника тепла высокой интенсивности.

В результате численных расчетов установлено, что форма и размер нагревателя являются одной из определяющих характеристик при изучении интенсивности испарения тонких пленок жидкости. При достаточно малых нагревах, испарение более существенно для широких нагревателей, чем для узких. Для узких и длинных нагревателей процесс испарения развивается медленнее, но затем существенно возрастет в короткие сроки. Получено, что увеличение скорости газа слабо влияет на интенсивность испарения при задании постоянной температуры на нагревателе. Однако время установления процесса испарения существенно зависит от скорости газа.

Разработана экспериментальная установка для исследования интенсификации теплообмена в испарительных и конденсационных узлах системы охлаждения тепловой модели мощного светодиода диаметром 1, 5 и 10 мм с естественной циркуляцией. Изготовлена необходимая эскизная конструкторская документации на экспериментальную установку.

Подготовлена и подана заявка на патент. Руководитель и исполнители проекта приняли участие в конференциях и семинарах для освещения и популяризации промежуточных результатов ПНИ.

Индустриальным партнером ООО «СибЭС» выполнена закупка необходимого контрольно-измерительного оборудования и монтажная сборка экспериментальной установки.