

# Проект «Разработка актинового источника излучения для инспекции наноструктур в области нано и микроэлектроники»

1



**technospark**



- Соглашение с Минобрнауки России о предоставлении субсидии от 05.06.2014 г. № 14.579.21.0004
- Получатель субсидии- ООО «ЭУФ Лабс»;
- Индустриальный партнёр- «Нанотехнологический центр ТЕХНОСПАРК»;
- Объем субсидии- 45 млн рублей в том числе: в 2014 году – 15 млн рублей; в 2015 году - 15 млн рублей; в 2016 году - 15 млн рублей.
- Объем внебюджетных средств 45 млн рублей: в 2014 году – 15 млн рублей; в 2015 году - 15 млн рублей; в 2016 году - 15 млн рублей.



# Цели проекта

## Цель работы

Проведение экспериментальных исследований источников коротковолнового излучения на основе лазерной плазмы и разработка на их основе прототипа промышленного актинического высокояркостного источника с длиной волны излучения 13.5 нм, предназначенного для оптической инспекции наноструктур в области нано- и микроэлектроники.

## Перспективы коммерциализации результатов проекта

- По экспертным оценкам объем мирового рынка литографических машин для ЭУФ литографии составит 50- 150 устройств или 2,5- 10 млрд. евро в год к 2020 г.
- Основными потребителями ЭУФ технологии являются уже существующие производства ИС. При сохранении тенденции производства 5-15% микроэлектронных компонентов по новым технологическим процессам 30-40 производств в год будет оснащаться новыми ЭУФ литографическими машинами с интегрированными в них системами актинической инспекции литографических ЭУФ масок для контроля бездефектного производства ИС по технологическим нормам 22 нм и менее.
- Реализация проекта послужит основой создания «Нанотехнологическим центром ТЕХНОСПАРК» во взаимодействии с компанией «ЭУФ Лабс» инновационной продукции, востребованной на глобальном рынке микроэлектроники, в первую очередь, для актинической инспекции литографических ЭУФ масок при их изготовлении и при использовании в широкомасштабном производстве ИС сверхвысокого разрешения.



# Планируемые результаты проекта

Основные  
планируемые  
результаты  
ПНИ

Разработка высокояркостного источника ЭУФ излучения для диагностики наноструктур; основное использование данного источника- проведение инспекции наноструктур в области нано- и микроэлектроники.

Планируемое  
освоение  
результатов  
ПНИ

Результаты ПНИ будут являться фундаментом для дальнейших технологических разработок в рамках ОКР по следующим перспективным для коммерциализации направлениям:

- диагностика масок по нормам Substrate inspection, Blank inspection, Pattern inspection и AIMS Inspection в ЭУФ литографических машинах
- диагностика кремниевых пластин (wafer) в ЭУФ литографических машинах,
- метрологическое оборудование для ЭУФ технологии,
- создание основ компонентной базы для ЭУФ литографии на 13.5 нм,
- разработка отражательных микроскопов ЭУФ диапазона.

# Основные задачи проекта

- Создание экспериментального стенда для исследования ЭУФ источников на основе лазерной плазмы жидкометаллических мишеней
- Определение условий получения лазерной плазмы малого ( $< 0,3$  мм) размера, высокоэффективно ( $SE_{13,5} \sim 2\%$ ) излучающей в спектральном диапазоне  $13.5 \pm 0.135$  нм, отвечающем максимуму отражения многослойных Mo/Si зеркал
- Достижение в этом спектральном диапазоне яркости излучения  $B_{13,5}$  не менее  $200$  Вт/мм<sup>2</sup> ср в соответствии с требованиями к источникам для актиметрической инспекции ЭУФ масок
- Определение физических условий, обеспечивающих энергетическую и пространственную стабильность ЭУФ источника
- Разработка методов, минимизирующих образование и разлет загрязняющих плазменных продуктов
- Разработка методов получения стабильных параметров жидкометаллической лазерной мишени
- Создание, исследование и испытания лабораторного образца высокояркостного актиметрического ЭУФ источника по разработанным Программе и методикам

# Основные работы, проведенные на этапе 1 «Выбор направления исследований»

5

Работы,  
проведенные  
за средства  
субсидии

- Аналитический обзор современной научно-технической литературы, патентные исследования по теме проекта.
- Разработка и обоснование экспериментальных и методических подходов для регистрации выходных параметров источника в нанометровом диапазоне спектра, соответствующем области оптимального отражения многослойных зеркал.
- Разработка лабораторных методов получения высокотемпературной плазмы, в том числе лазерной и лазерно-индуцированной плазмы металлических мишеней, эффективно излучающей в спектральной области  $13,5 \text{ нм} \pm 1\%$ , включая проведение экспериментальных исследований.

Работы за  
внебюджетные  
средства

- Закупка материалов и оборудования





# Основные достигнутые результаты

6

- Для регистрации параметров ЭУФ источника выработаны подходы, основанные на применении комплекса уникальных компактных мобильных диагностических приборов, разработанных участниками проекта, для ЭУФ литографии.
- Разработаны и экспериментально исследованы лабораторные методы получения:
  - газоразрядной плазмы на основе Z- пинча в ксеноне,
  - плазмы лазерно- инициируемого разряда со струйными жидкометаллическими электродами,
  - лазерной плазмы металлических мишеней.

Для газоразрядных источников полученные значения яркости  $V_{13,5}$  являются наивысшими.

- Выбрано направление разработки высокояркостного актинического источника на основе применения лазерной- плазмы жидкометаллических мишеней ограниченной массы (капельных и струйных) и твердотельной лазерной системы с предымпульсом.
- По результатам работы в №11 (2014 г.) журнала «Квантовая электроника» опубликована статья «Источник света с высокой яркостью излучения на длине волны 13.5 нм» и ее англоязычная версия в журнале Quantum Electronics.



# Способы и действенность поддержки проекта Индустриальным партнером

7



## technospark

- Индустриальный партнёр проекта Нанотехнологический центр Технопарк осуществляет создание высокотехнологичной инфраструктуры для инновационных компаний в Троицке и коммерциализацию технологических разработок
- Для реализации проекта за счет средств Индустриального партнера в 2014 году был создан комплекс высокотехнологичного исследовательского оборудования стоимостью более 15 млн. рублей.
- Комплекс включает в себя 15 единиц оборудования, в т.ч. газовое и вакуумное оборудование, аналитическое оборудование, оптические элементы, источники питания и конденсаторы

