

# РАЗРАБОТКА ЗОНДОВО-ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРОМЕТРА МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУР



Работа поддержана Министерством образования и науки России в рамках ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы". Государственный контракт N 16.513.12.3007, 2011 - 2012 годы.

Магистральным направлением развития современных технологий является миниатюризация элементной базы микро- и оптоэлектроники.

Предельным объектом миниатюризации является устройство на основе единичного атома, единичной молекулы, единичного дефекта.

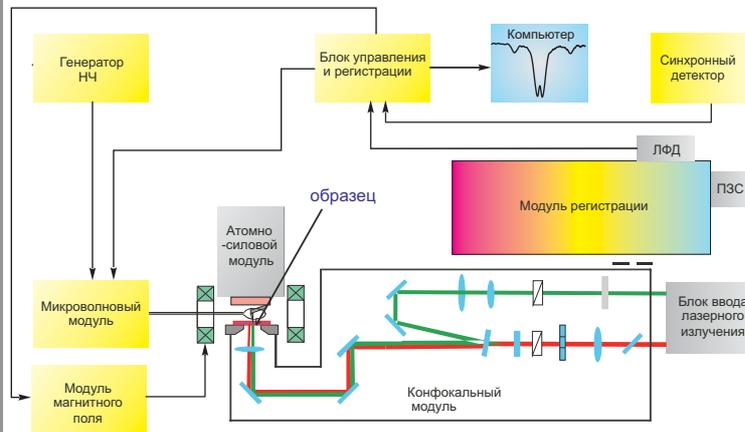
Совмещение в одном приборе высокого пространственного разрешения атомно-силовой микроскопии (АСМ) и конфокальной микроскопии с методами магнитной резонансной спектроскопии позволит получать информацию о спиновых-оптических свойствах исследуемых объектов в локальном объеме вещества размером порядка 5 нм, вплоть до регистрации одиночных квантовых объектов.

Появляется возможность химической идентификации объекта, находящегося под зондом АСМ.

### Применения:

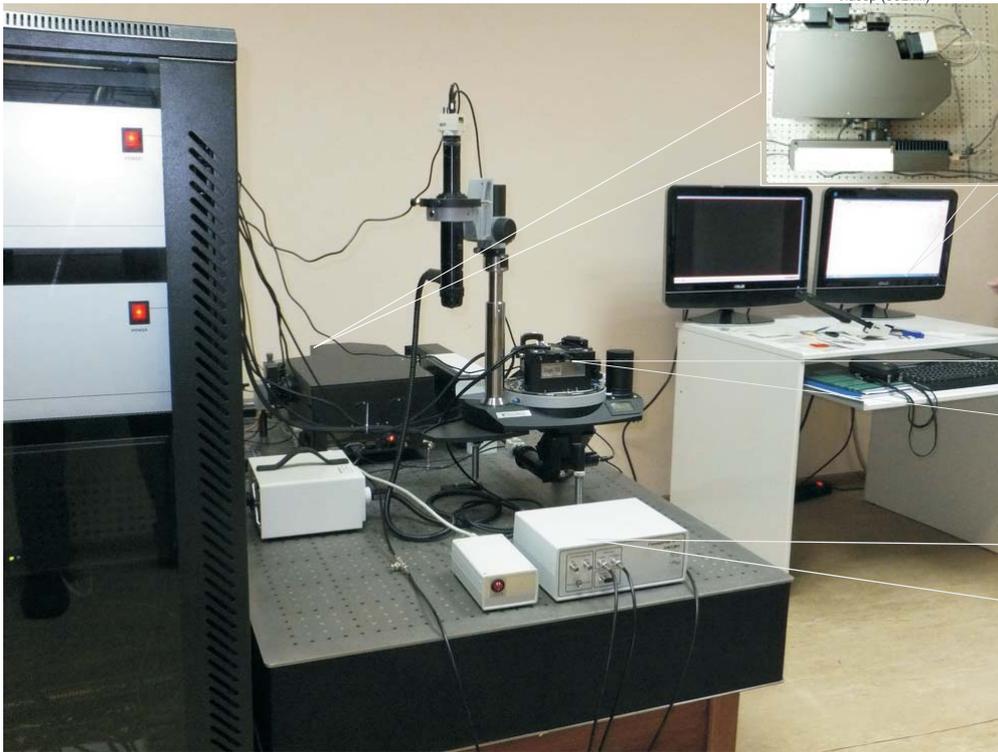
- магнитометрия с наноразмерным разрешением;
- элементная база для квантовых вычислений;
- источники одиночных фотонов;
- биологические спиновые и люминесцентные метки;
- ЭПР и ЯМР с наноразмерным разрешением;
- точечные источники света для спектроскопии ближнего поля;
- датчики электрического поля с наноразмерным разрешением;
- безинерционные датчики температуры с наноразмерным разрешением.

### Блок-схема макета спектрометра



- Система оптического возбуждения состоит из двух лазеров - 532 нм и 473 нм.
- Конфокальный модуль позволяет регистрировать оптические спектры с предельно высоким разрешением - порядка 250 нм на длине волны возбуждения 532 нм. Как на ПЗС матрицу, так и на лавинный фотодиод.
- Совмещение конфокальной оптики с зондом АСМ позволяет проводить прецизионное позиционирование измерений (с нанометровой точностью). Что позволяет изучать люминесцентные свойства наночастиц (наноплазмы, малые массивы квантовых точек).
- Интегрированный в микроскоп высоко частотный перестраиваемый блок (2.0-3.0 ГГц) и магнитное поле, позволяют проводить радиоспектроскопические исследования спин-зависимых излучательных процессов в исследуемых структурах.
- Гибкая система программного обеспечения и простая конструкция прибора позволяет расширить исследовательские возможности прибора посредством расширения спектра оптического возбуждения и возбуждения на частотах отличных от 2.0-3.0 ГГц.

### Макет и основные модули зондово-оптического спектрометра магнитного резонанса, разработанного совместно с NT-MDT



Монохроматор, ПЗС, ЛФД, зеленый лазер (532 нм)

Регистрация фотолюминесценции NV дефектов в алмазе (правый монитор), зарегистрированные по люминесценции спектры оптически детектируемого магнитного резонанса (ОДМР) NV дефектов в нулевых и малых магнитных полях (левый)



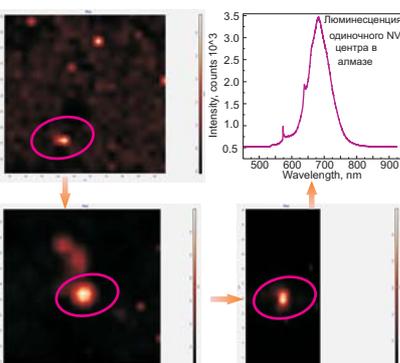
Вид сканирующего оптического основания конфокального микроскопа (видна люминесценция NV дефектов) (справа). Измерительная головка АСМ (слева)



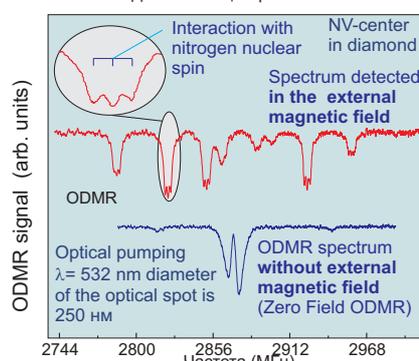
Генератор СВЧ (2.0-3.0 ГГц) и вспомогательное оборудование для регистрации (ОДМР)



### Люминесценция одиночного NV-центра в алмазе



### ОДМР на NV-центре в алмазе



Ответственный исполнитель проекта, к.ф.-м.н. - Солтамова Александра, награждена медалью РАН

