



# Тенденции в электронике





# Лаборатория фотоники и спинтроники

## Цель исследований

Разработка физических основ новых *незарядовых* направлений микроэлектроники: фотоники и спиновой электроники.

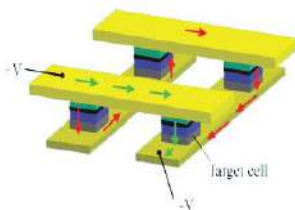
### Электроника

- ✓ Обработка
- ✓ Передача
- ✓ Хранение



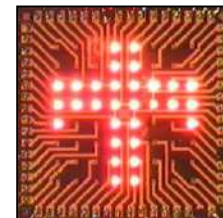
### Спинтроника

- Энерго-  
независимость



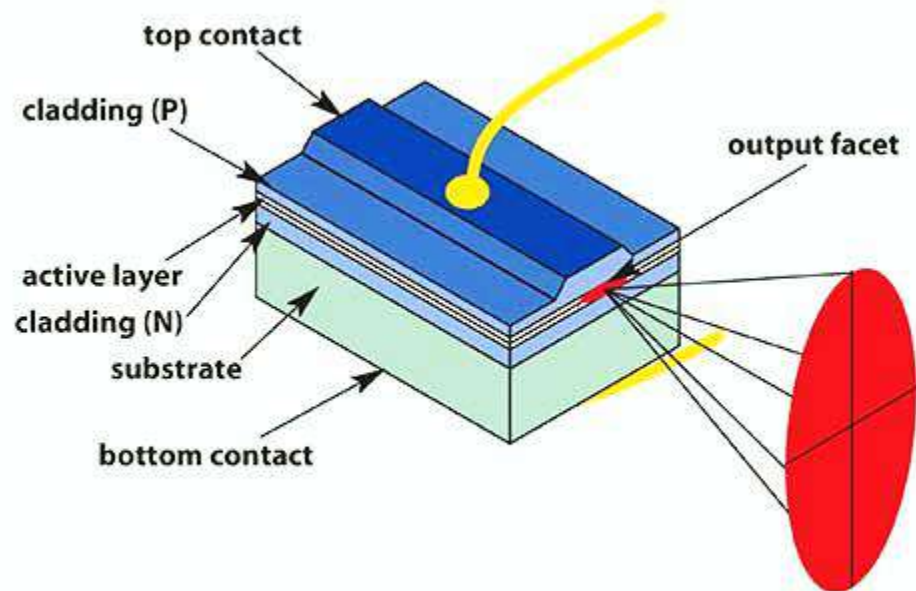
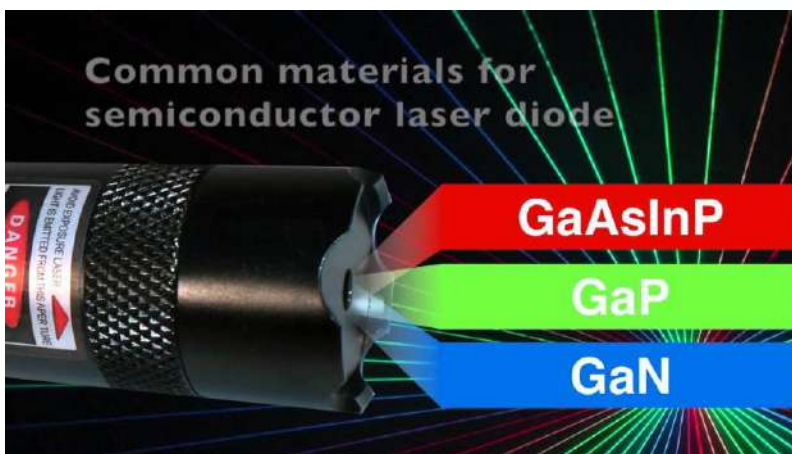
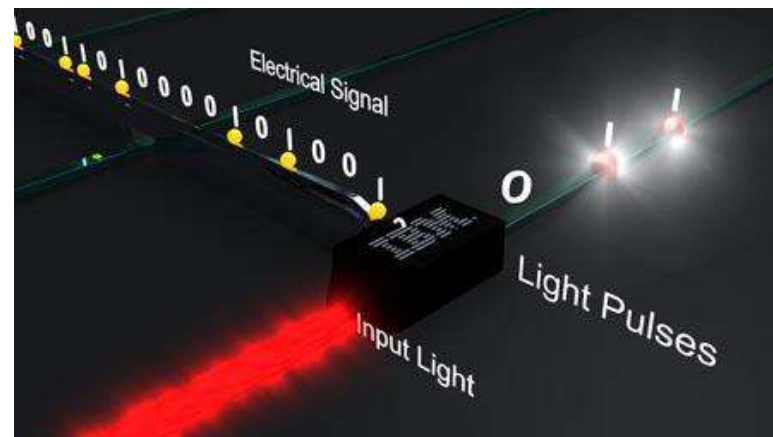
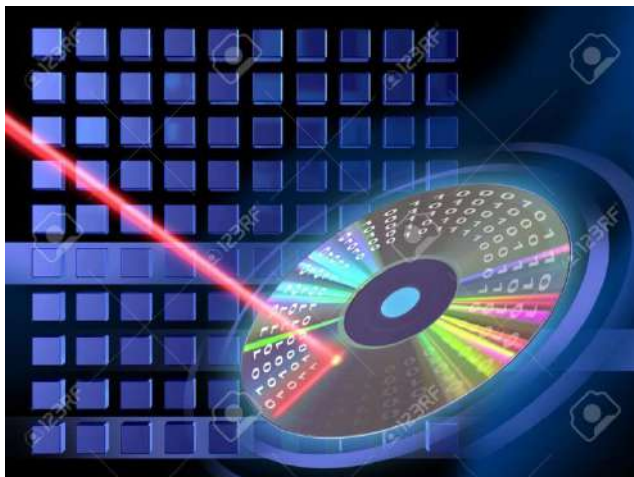
### Фотоника

- Быстродействие  
 $f_0 = 10^{14} - 10^{15}$  Гц





# ФОТОНИКА





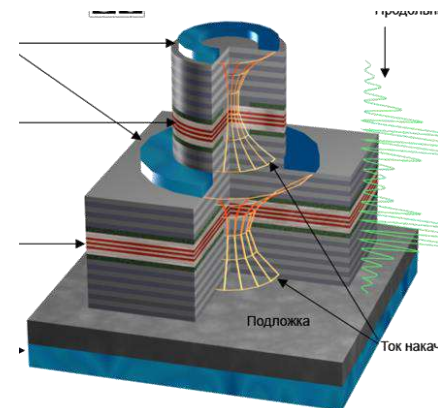
# Группа фотоники и спинтроники



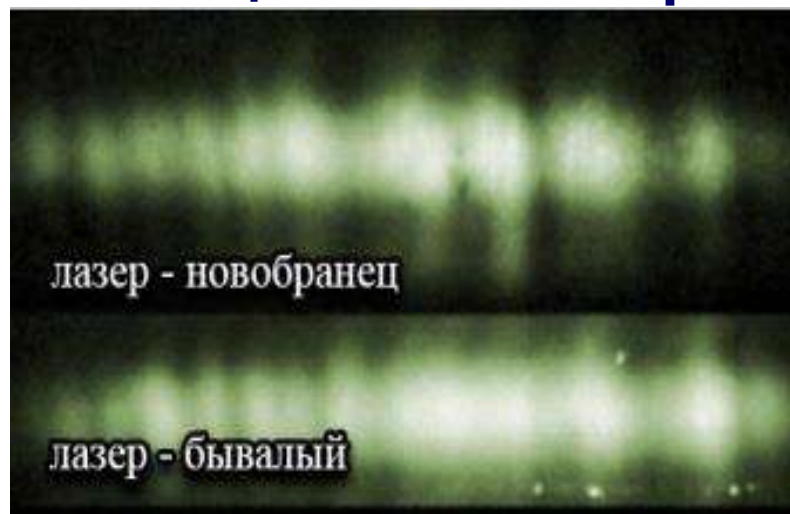
Доц. А.Г. Ржанов

Предсказание срока службы лазера по первым часам его работы

Лазер со связанными резонаторами – аналог связанных маятников



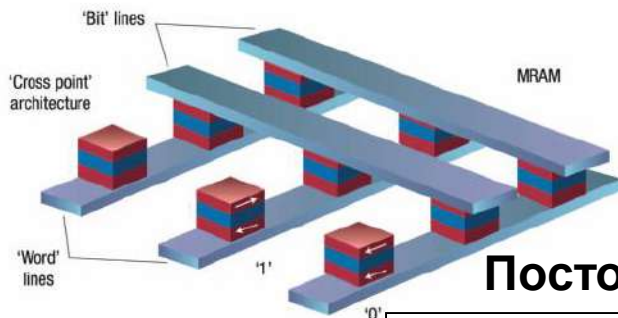
Диаграммы излучения мощных п/п лазеров



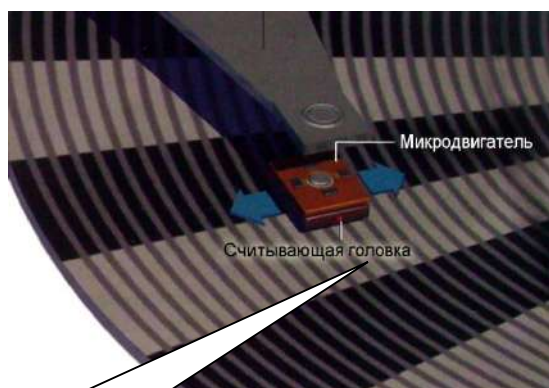


# Магнитная память

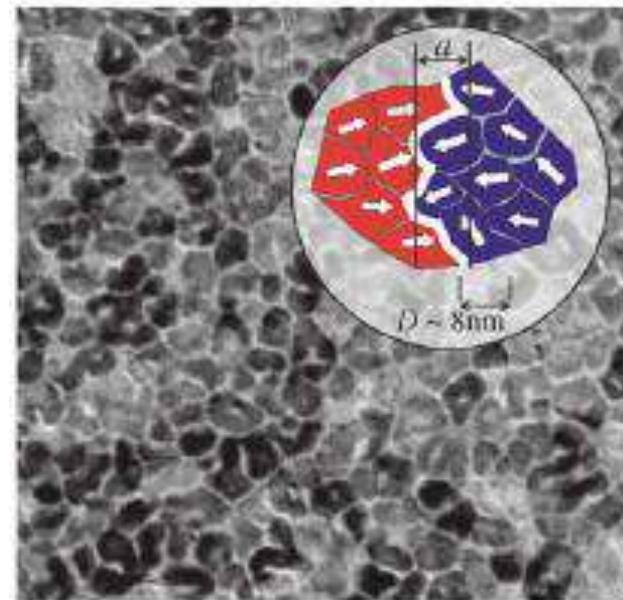
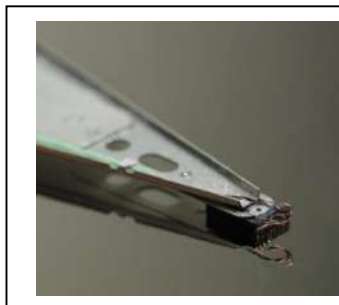
## Оперативная память MRAM



## Постоянная память



Головка  
записи/считывания



- размер гранул: десятки нм
- плотность записи: сотни Гбит/дюйм<sup>2</sup>
- 1 бит информации ~ 100 гранул

- шероховатость < 1 нм
- скорость вращения 10 тыс./мин (гироскоп)
- скорости движения головки над диском ~ 150 км/ч

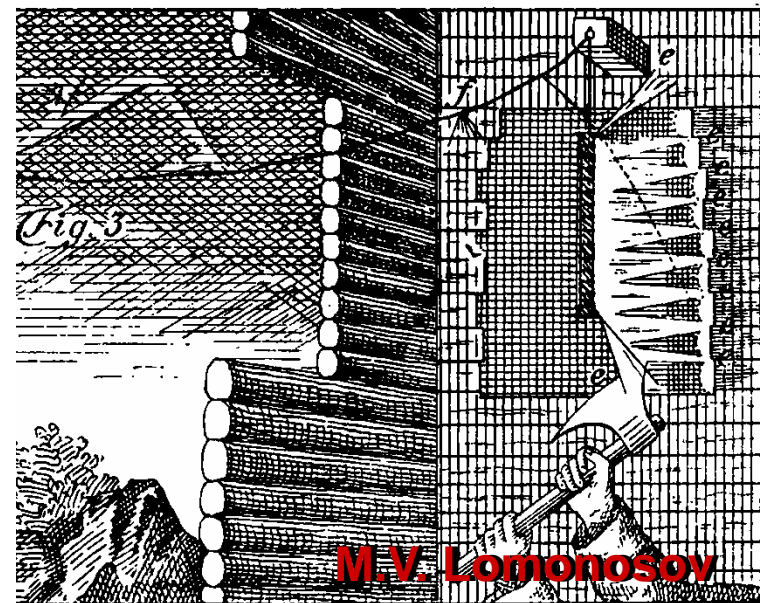
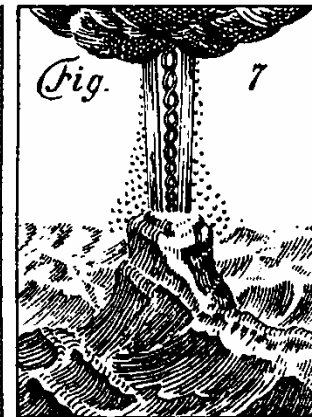
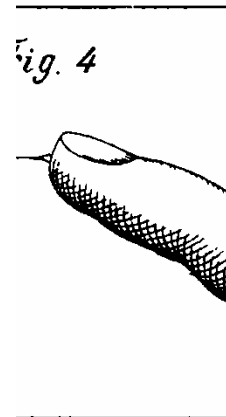
**Главная проблема – архаичный способ записи (полем тока)**



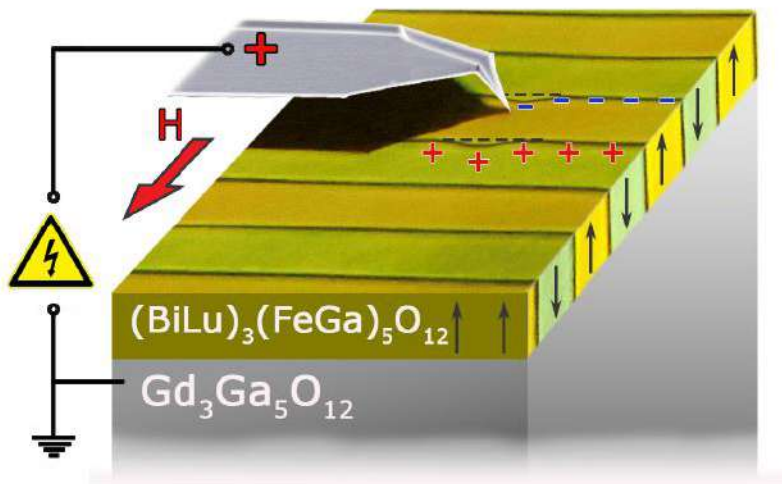
# Эффект молниеотвода



**B. Franklin**



# Наше ноу-хау: Электростатическое воздействие на магнитную среду



Комнатные температуры

Атмосферное давление

Оптическое детектирование

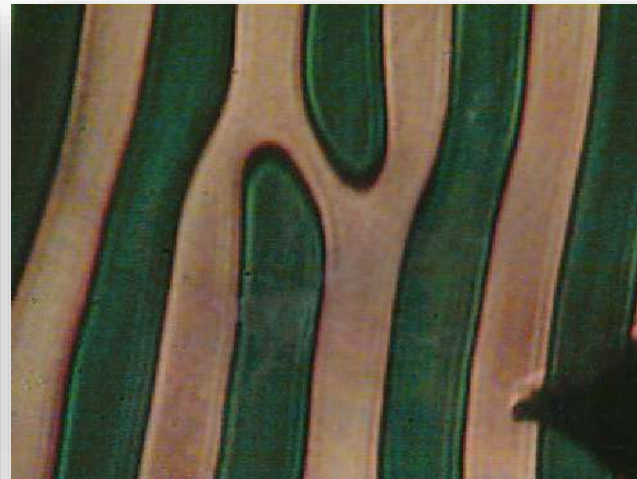




# «Выдувание» ЦМД



асп. Куликова Дарья



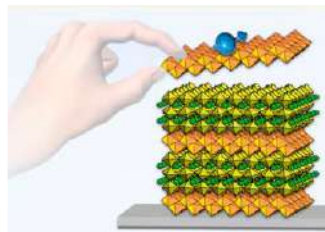
D.P. Kulikova et al, Physica Status Solidi, Rapid Research Letters,  
v. 12, 1800066 (2018)



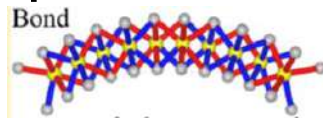
# Двумерные магнетики – аналоги графена

## 2D- магнетики

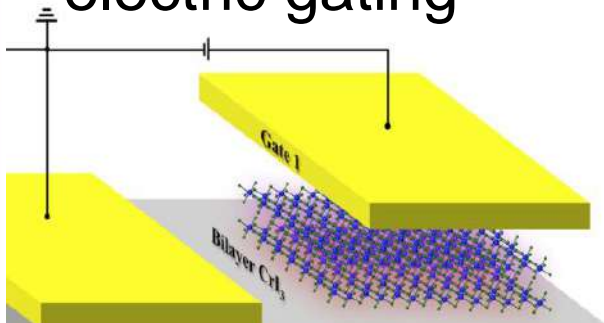
- Легко отделять и собирать:



- Легко гнуть: флексо-эффекты

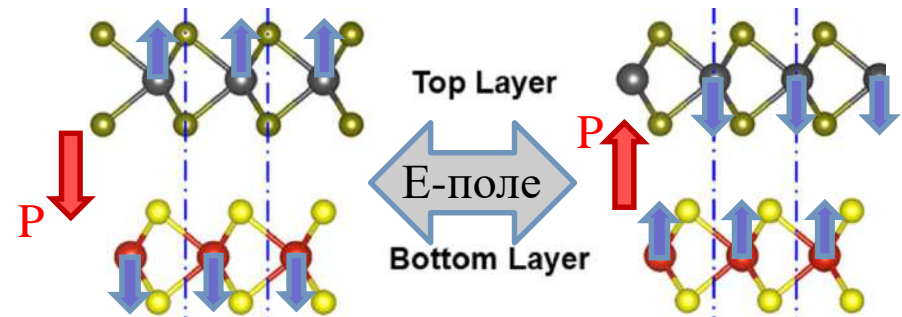


- Отсутствие экранировки:  
electric gating



## 2D-антиферромагнетик $VS_2$

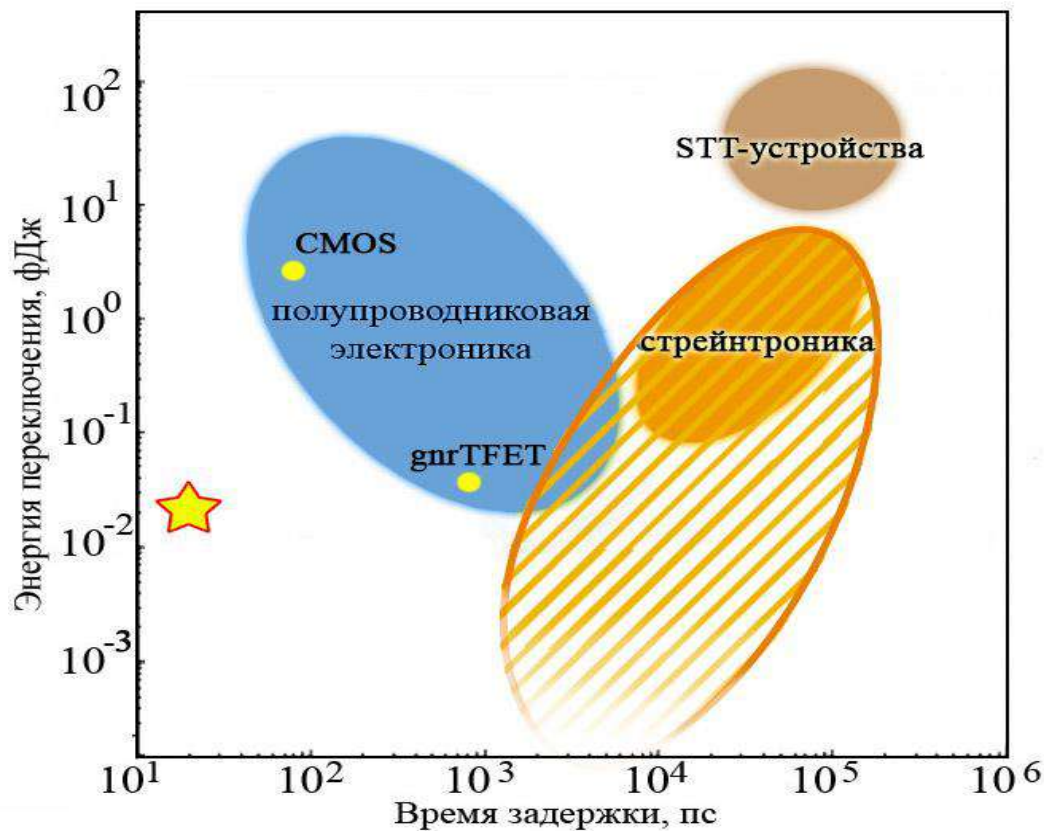
(и мультиферроик!)



Почему переключаются  
спины?

Xingen Liu, Alexander P. Pyatakov, and Wei Ren, Physical Review Letters. 125, 247601 (2020)

# Стрейнтроника: сверхэкономия по энергии

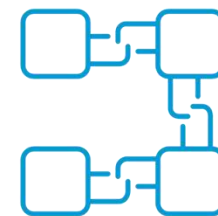


BIG DATA



$\Rightarrow 10^{16}$  Вт\*ч

$\Rightarrow 1$  адж (250кТ)



Blockchain



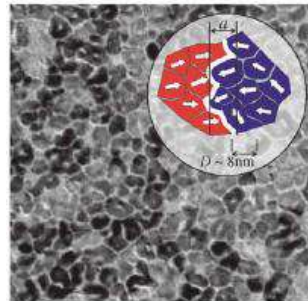
# Кто нам мешает....

## Взаимосвязь теплоты и перемагничивания:

В электронике  
«вредная»



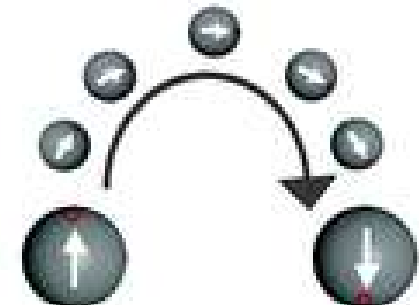
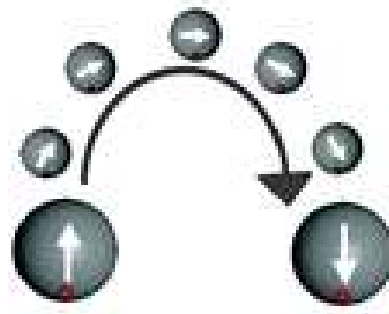
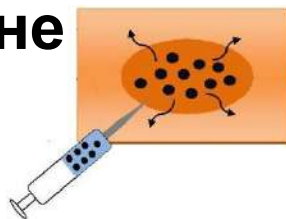
Поворот M



Поворот частицы

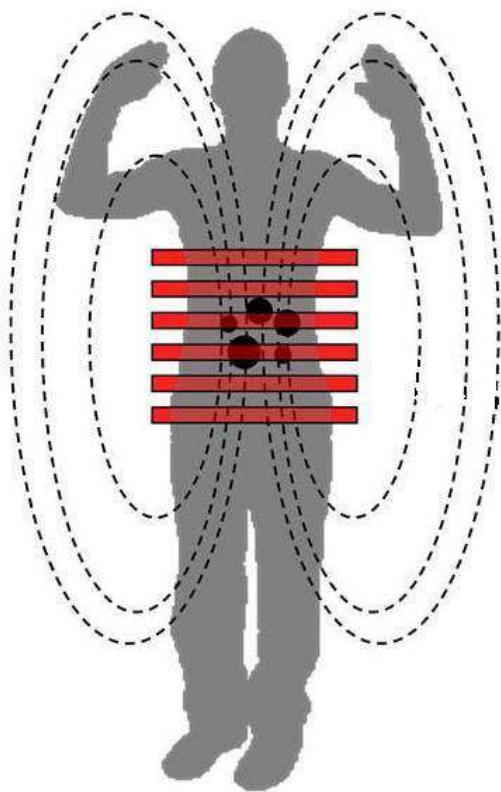


«Полезная»  
в медицине



# Магнитная гипертермия

Переменное  
магнитное поле

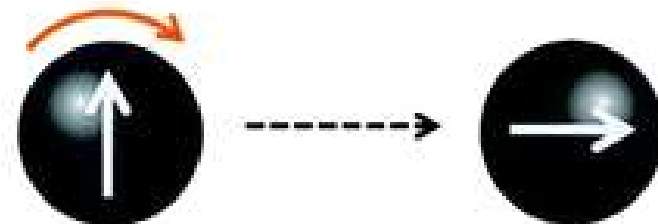


Механизмы разогрева

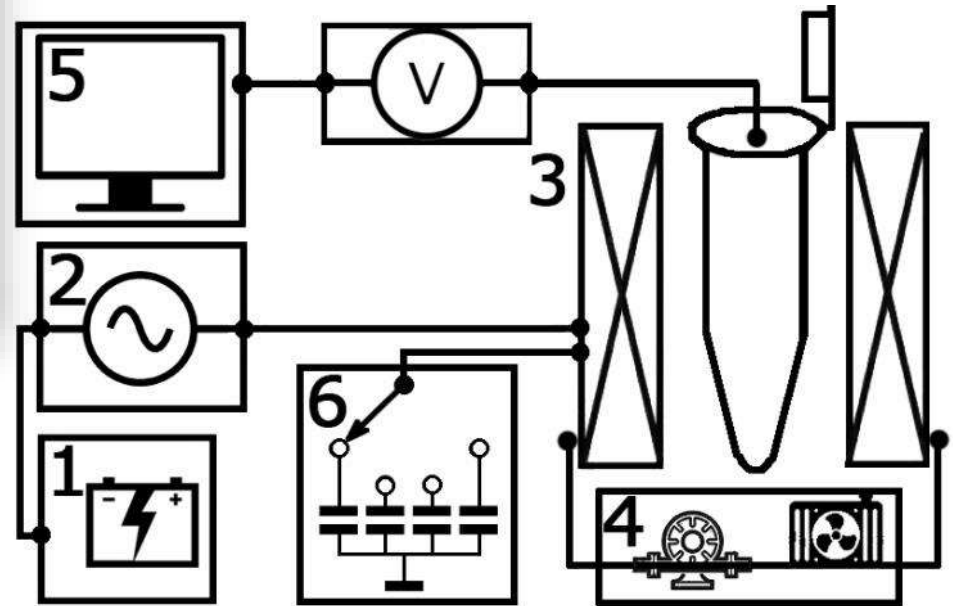
Вращение намагниченности



Вращение частицы



# Экспериментальная установка



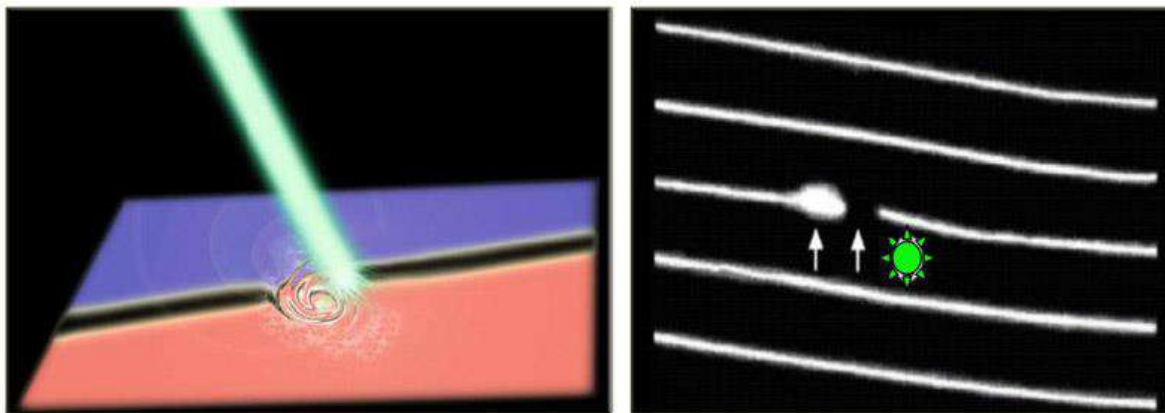
1. источник;
2. генератор;
3. соленоид;
4. система водоохлаждения;
5. система сбора данных и мониторинга
6. переключаемая батарея конденсаторов



# Лаборатория фотоники и спинтроники

## Оптические операции в магнитной среде

- зарождение магнитных неоднородностей оптическим воздействием (*запись информации*)
- продвижение неоднородности путем лазерного воздействия (*сдвиг в регистре хранения*)
- оптическое детектирование (*считывание*)



Зарождение магнитного вихря лучом лазера.

Справа – экспериментальное изображение в темном поле

***Спасибо за внимание!***