

**Кафедра «Проблемы теоретической физики»
при Институте теоретической физики
им. Л.Д. Ландау РАН**

сайт кафедры: <http://chair.itp.ac.ru>

Заведующий кафедрой:

Михаил Викторович Фейгельман

Заместитель заведующего кафедрой:

Яков Викторович Фоминов

Базовый институт

- Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, г. Черноголовка (Научный центр РАН) (<http://www.itp.ac.ru>)

Институт основан в 1964 году, кафедра – в 1966.

Сотрудничество по науке и обучению студентов:

ИФП им. П.Л.Капицы РАН
ИФТТ РАН
СколТех

Научное сотрудничество с ведущими университетами и научными центрами мира (Россия, Европа, Америка - и далее везде)

Новое здание (2015):



Направления исследований и подготовки студентов

- теория сверхпроводимости
- теория низкоразмерных систем
(квантовые ямы, графен, топологические изоляторы)
- физика квантовых компьютеров
- теория неупорядоченных систем
- гидродинамика и теория турбулентности
- теория нелинейной оптической связи
- физика плазмы и лазеров
- астрофизика
- математическая физика
- вычислительная статистическая физика

Популярно о наших исследованиях:

<http://chair.itp.ac.ru/index.php?sub=forstudents>

Как к нам попасть

- Курс «Приближенные методы аналитических вычислений»
- весенний семестр (в рамках Проектной деятельности)
- Теоретический минимум Ландау (на основе курса Ландау-Лифшица):
Математика-I, Механика (1-2 курсы)
Теория поля, Математика-II, Квантовая механика (2-3 курсы)
Квантовая электродинамика, Статистическая физика-I,
Механика сплошных сред, Электродинамика сплошных сред,
Статистическая физика-II и Физическая кинетика.

Программа, и кто принимает:

см. сайт кафедры (<http://chair.itp.ac.ru>),

раздел «Теоретический минимум».

Математика-I: Свободно брать неопределенные интегралы и решать обыкновенные дифференциальные уравнения. Владеть векторной алгеброй и тензорным анализом.

Контакты

По вопросам, связанным с кафедрой «Проблемы теоретической физики»:

- Михаил Викторович Фейгельман (зав. кафедрой):
feigel@landau.ac.ru mvfeigel@gmail.com
- Яков Викторович Фоминов (зам. зав. кафедрой):
fominov@landau.ac.ru

Консультации для подготовки к сдаче теор.минимумов:

- Алексей Соломонович Иоселевич
(суббота, КПМ 115, после первой пары)
- Аспиранты Даниил Антоненко, Игорь Побойко, Николай Степанов
(суббота, ГК 420, после второй пары)

Математика-I
Механика

Учебные курсы кафедры

Список всех курсов и их подробное содержание вы найдете вот здесь: <http://chair.itp.ac.ru/>

Задавайте вопросы почтой, мы отвечаем

mvfeigel@gmail.com
fominov@landau.ac.ru

Что требуется помнить студенту о нашей кафедре:

1. Учиться будет сложно
2. Самостоятельность необходима и приветствуется
3. Работающему помогают, и охотно
4. С “начальством” спорить можно – был бы аргумент
5. Халявы не будет совсем

Далее кратко про некоторые темы,
которыми мы занимаемся

Это далеко не все темы!

Более полная информация – на сайте
Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН
и сайте Кафедры «Проблемы теоретической физики»

www.itp.ac.ru

chair.itp.ac.ru

**Вторая часть презентации кафедры ПТФ -
22 ноября. Готовьте ваши вопросы, и пишите нам**

Сектор квантовой мезоскопии

<http://qmeso.itp.ac.ru/>

Направления исследований:

- Мезоскопические электронные системы
- Сверхпроводящие гибридные структуры
- Квантовые фазовые переходы
- Двумерный электронный газ и квантовый эффект Холла
- Спинтроника
- Квантовый магнетизм и системы с «топологическим порядком»
- Физика квантовых вычислений



д.ф.-м.н., проф. М.В. Фейгельман



к.ф.-м.н., PhD, доцент Я.В. Фоминов



чл.-корр. РАН, проф. Ю.Г. Махлин

д.ф.-м.н., доцент А.С. Иоселевич



д.ф.-м.н., доцент М.А. Скворцов

д.ф.-м.н., PhD И.С. Бурмистров



к.ф.-м.н., К.С. Тихонов

Аспиранты и дипломники сектора

Аспиранты 2-ого года

Д.С.Антоненко	(МФТИ+Сколтех)
И.В.Побойко	(Сколтех+ВШЭ)
Н.А.Степанов	(Сколтех+ВШЭ)
Е.В.Репин	(Delft TU+ ВШЭ)
А.Е.Светогоров	(Grenoble+МФТИ)

Студенты-дипломники (совместная программа со СколТех)

П.Д.Курилович	6 курс	А.П.Нестюк	5 курс
В.Д.Курилович	6 курс	Н.С.Пещеренко	5 курс
А.В.Лункин	6 курс	Д.Р. Сайкин	5 курс
		А.Ю.Наумов	5 курс

Популярно о наших исследованиях:

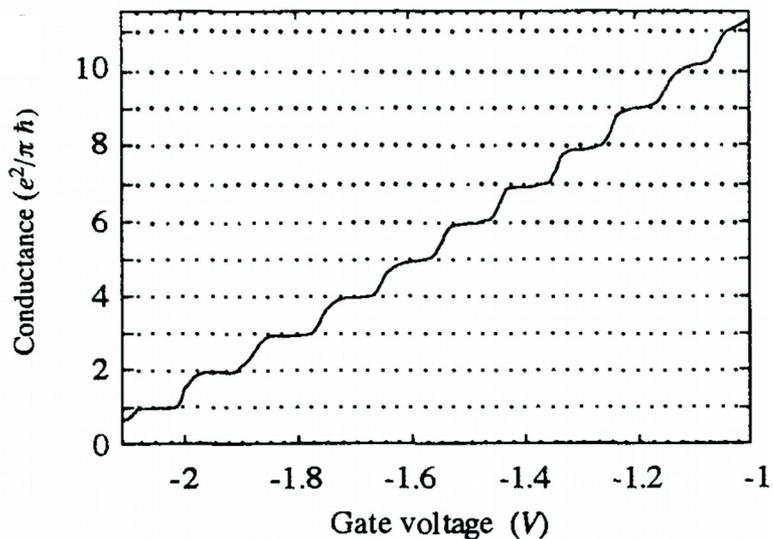
<http://chair.itp.ac.ru/index.php?sub=forstudents>

<http://qmeso.itp.ac.ru/forStudents.php>

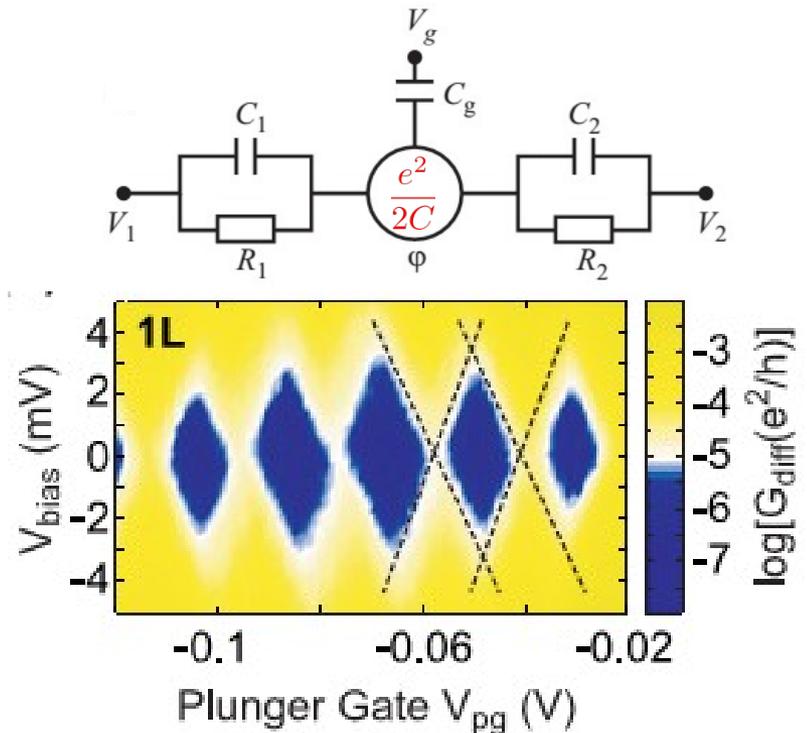
Мезоскопические электронные системы

Мезоскопика = «между»скопика:
электронов в системе много, но важны эффекты,
связанные с **квантовым** поведением электронов

- **Квантование проводимости:**
(график из работы van Wees et al., PRL 1988)



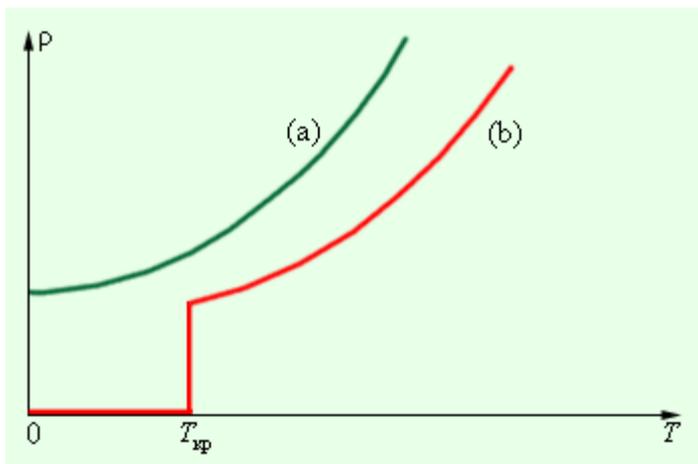
- **Кулоновская блокада, одноэлектронный транзистор:**



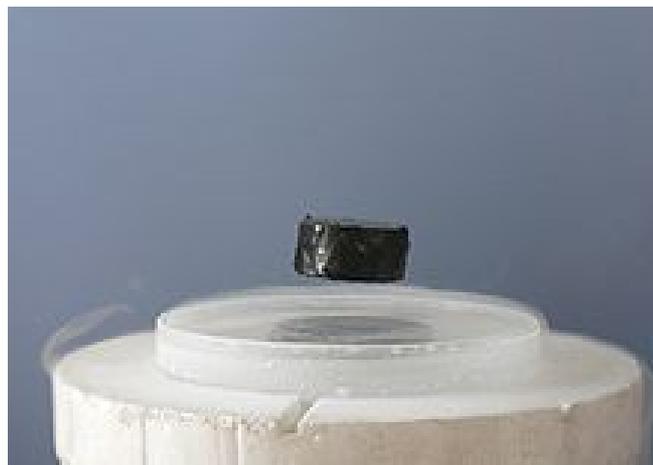
(график из работа Stampfer et al., APL 2008)

Сверхпроводимость

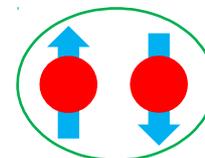
Сопротивление пропадает при низких температурах:



Левитация:

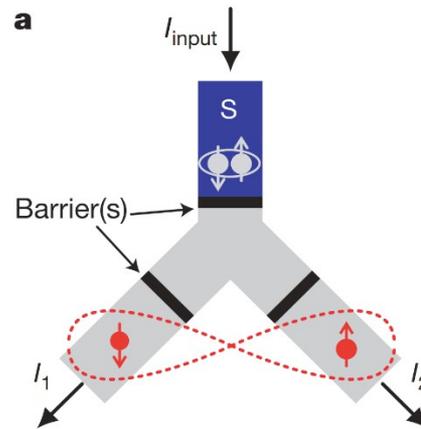
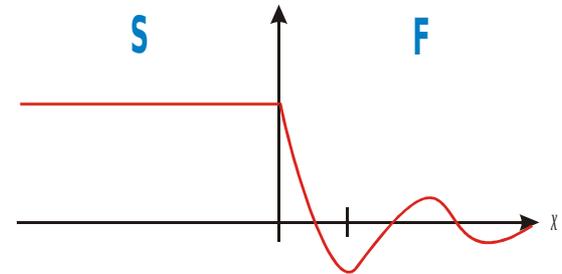


Куперовские пары (притяжение между электронами за счет решетки):



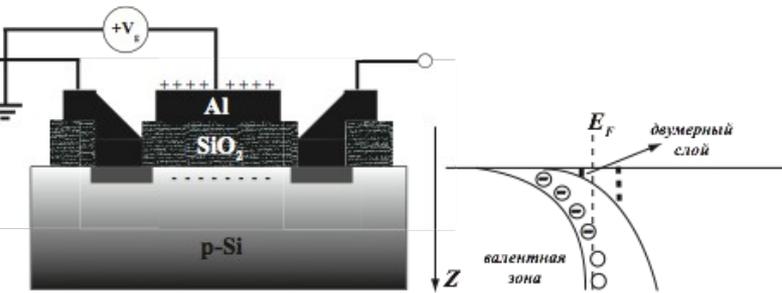
Сверхпроводимость и магнетизм

- Магнитные примеси в сверхпроводнике
- Контакты сверхпроводник/ферромагнетик: новое состояние вблизи границы
- Расщепление куперовских пар с помощью ферромагнитных фильтров

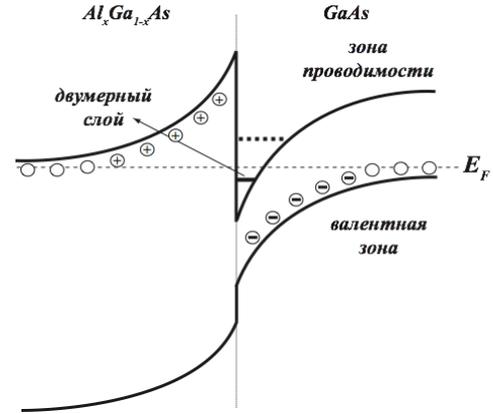


Двумерный электронный газ и квантовый эффект Холла

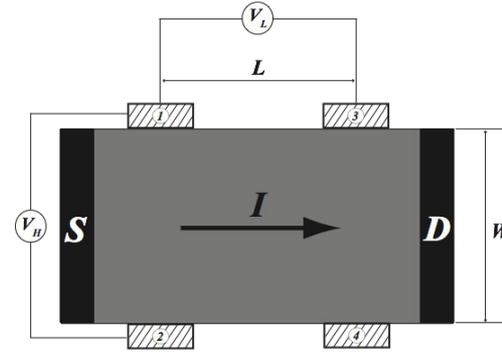
- Кремниевый металл-оксид-полупроводник полевой транзистор



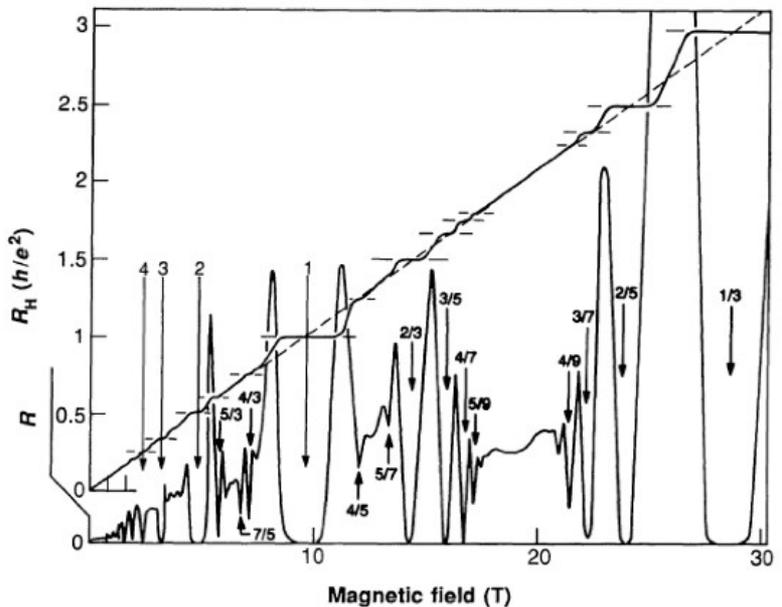
- Гетероструктура AlGaAs/GaAs



- 4-контактная схема измерений



- Измерения магнетосопротивления (рис. из работы Eisenstein&Stormer, Science 1990)



$$R = V_L W / (I L)$$

$$R_H = V_H / I = (h/e^2) q/p$$

p, q - целые числа!

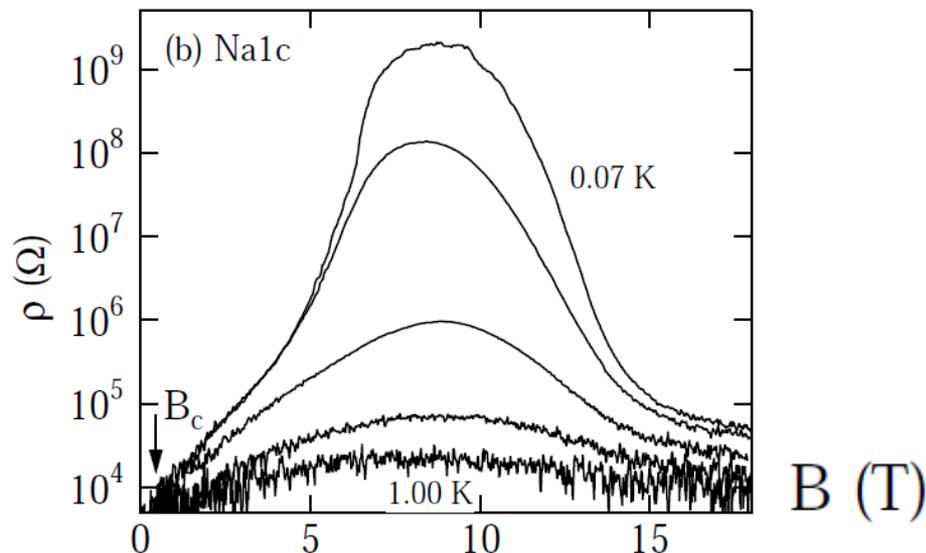
Нобелевские премии:
 Klaus von Klitzing (1985)
 Daniel Tsui, Horst Stormer, Robert Laughlin (1998)

Квантовые фазовые переходы

- Сверхпроводник-диэлектрик

Сверхпроводник при $V = 0$

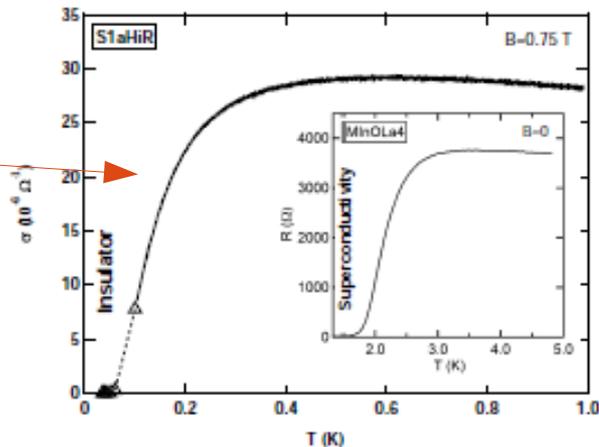
Изолятор при больших $V > V_c$



Квантовая механика больших систем:

как возникает и исчезает “классическое” поведение

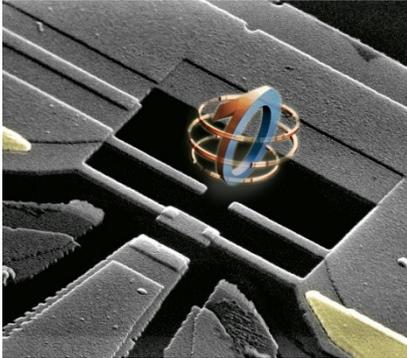
Большая система без “термостата” - и значит, без термодинамики



Физика квантовых вычислений

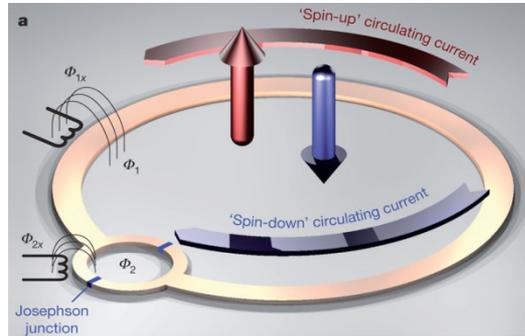
Кубит = qubit = quantum bit

Суперпозиция состояний: $a|0\rangle + b|1\rangle$



зарядовый кубит

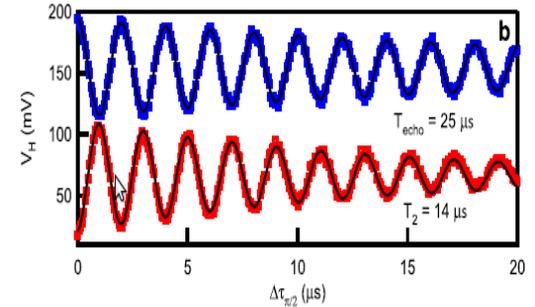
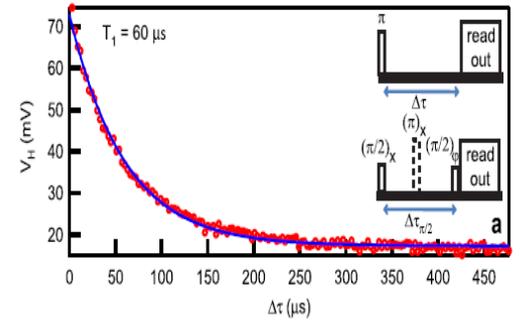
(одноэл. транзистор + сверхпроводимость)



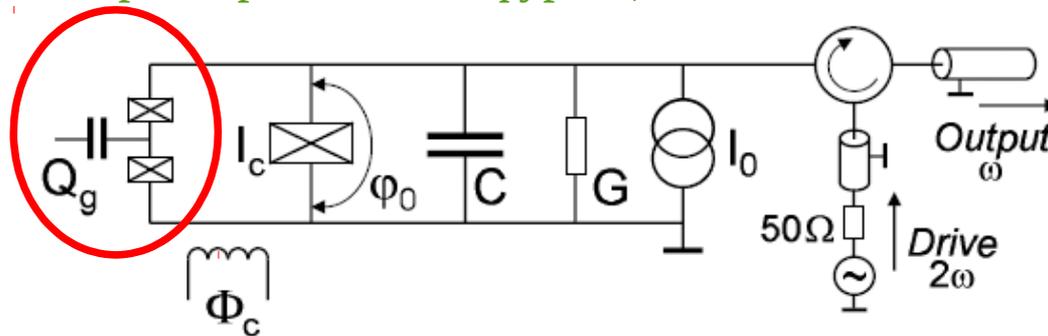
магнитный кубит

(возможно применение π-контактов)

Релаксация и квантовые осцилляции:



Измерение квантового состояния:
детектор на параметрической бифуркации



кубит

Сектор физики неравновесных процессов

Сотрудники сектора физики неравновесных процессов



**Колоколов
Игорь
Валентинович**

**д.ф.-м.н.
зам. дир.**



**Лебедев
Владимир
Валентинович**

**д.ф.-н.м.
член-корр. РАН
директор**



**Кац
Ефим
Иосифович**

**д.ф.-м.н.
г.н.с.**



**Вергелес
Сергей**

к.ф.-м.н.



**Парфеньев
Владимир**

**аспирант
ИТФ Ландау**



**Белан
Сергей**

**аспирант
МФТИ**

Направления исследования сектора физики неравновесных процессов

Гидродинамика

Статистическая физика

жидкие кристаллы

кинетика

оптика

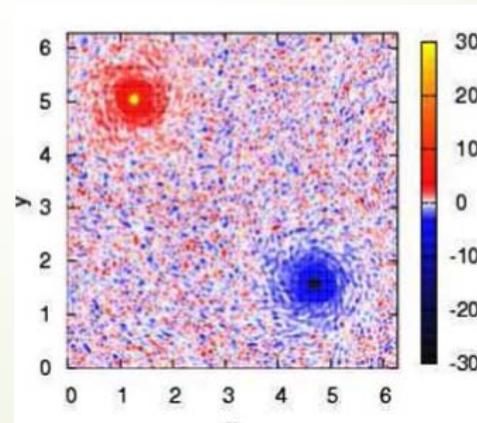
- Двумерная гидродинамика: формирование крупных вихрей из мелкомасштабных флуктуаций
- Статистическая динамика примесей, полимеров и везикул в потоках
- Влияние растворённых полимеров на динамические свойства жидкости
- Фазовые состояния, переходы и динамика в мембранах и жидких кристаллах
- Распространение импульсов по оптоволокну с учётом шумов разного сорта; оптоволоконные лазеры
- Преломление света на агрегатах металлических наночастиц и диэлектрических структурах
- Лазирование на поверхностных плазмонных модах наночастиц

Направление исследования

Двумерная гидродинамика: формирование крупных вихрей из мелкомасштабных флуктуаций

- ▶ построение теории вырожденной двумерной турбулентности, описание образования крупных вихрей. Энергия передаётся непосредственно от мелких флуктуаций этим вихрям (2007 -- ...)

Гидродинамика атмосферы в главном приближении двумерная



Лебедев
Владимир
Валентинович

д.ф.-н.м.
член-корр. РАН
директор



Колоколов
Игорь
Валентинович

д.ф.-м.н.
зам. дир.

Направление исследования

Распространение импульсов по оптоволокну с учётом шумов разного сорта; оптоволоконные лазеры

- ▶ **Передача информации по оптоволокну. Нелинейный режим передачи данных посредством оптических солитонов. Влияние шумов на вероятность возникновения ошибок**
- ▶ **Оптоволоконные лазеры. Построение теории, предсказывающей статистические свойства выходного излучения в ВКР-лазере с обратной связью на случайных отражателях (2014)**



Лебедев
Владимир
Валентинович

д.ф.-н.м.
член-корр. РАН
директор



Колоколов
Игорь
Валентинович

д.ф.-м.н.
зам. дир.



Вергелес
Сергей

к.ф.-м.н.

Предмет исследований в секторе лазеров и плазмы:

воздействие лазеров на вещество

- Титан-сапфир, хром-фостерит и другие оптические и ИК лазерные системы
- SLAC**LCLS** Stanford Lin.Acc\Linac Coherent Light Source, **DESY**, & SPring-8 Angstrom Compact Free Electron Laser (**SACLA**) “большая тройка рентгеновских лазеров” □ $\lambda \sim \text{Angstrom}$
- National Ignition Facility, Lawrence Livermore Nat.Lab. 2 MJ, 10^{25} hv/pulse для **D+T fusion** (современная машина для термояда)

Очевидная польза

- Операции на наномасштабах. Создание **наноструктур**, меняющих свойства поверхности
- **Лазерная печать**, например квантовых точек
- Точечное **плавление тугоплавких** металлов
- Закручивание вещества с помощью **optical vortex**
- **Плазмоника**. Сильное взаимодействие лазерного ЭМ поля и поля плазмон-поляритонных поверхностных мод.

Важное научное направление

- ~ 100 журналов по оптике, лазерам, фотонике:
- Nature Photonics, Optics Comm., Opt. Express, Optics Lett., ACS Photonics и др.

- Сектор плазмы и лазеров ИТФ им. Ландау
- Сотрудники, публикации см.: <http://laser.itp.ac.ru/>
- По всему спектру перечисленных выше тем (наноструктуры-печать-плазмоника) у нас есть важные достижения и перспективы
- В нашей работе заинтересованы экспериментаторы высокого уровня

Для студентов и будущих аспирантов

- Студенты с интересами в фотонике, гидродинамике, computer science, для вас есть пакеты квантово-механических программ, молекулярная динамика - всё готово = приходите и растите в науке

**Вторая часть презентации кафедры
Проблемы Теоретической Физики -
22 ноября с 17.05 в этой аудитории
Готовьте ваши вопросы, и пишите нам**

mvfeigel@gmail.com
fominov@landau.ac.ru