



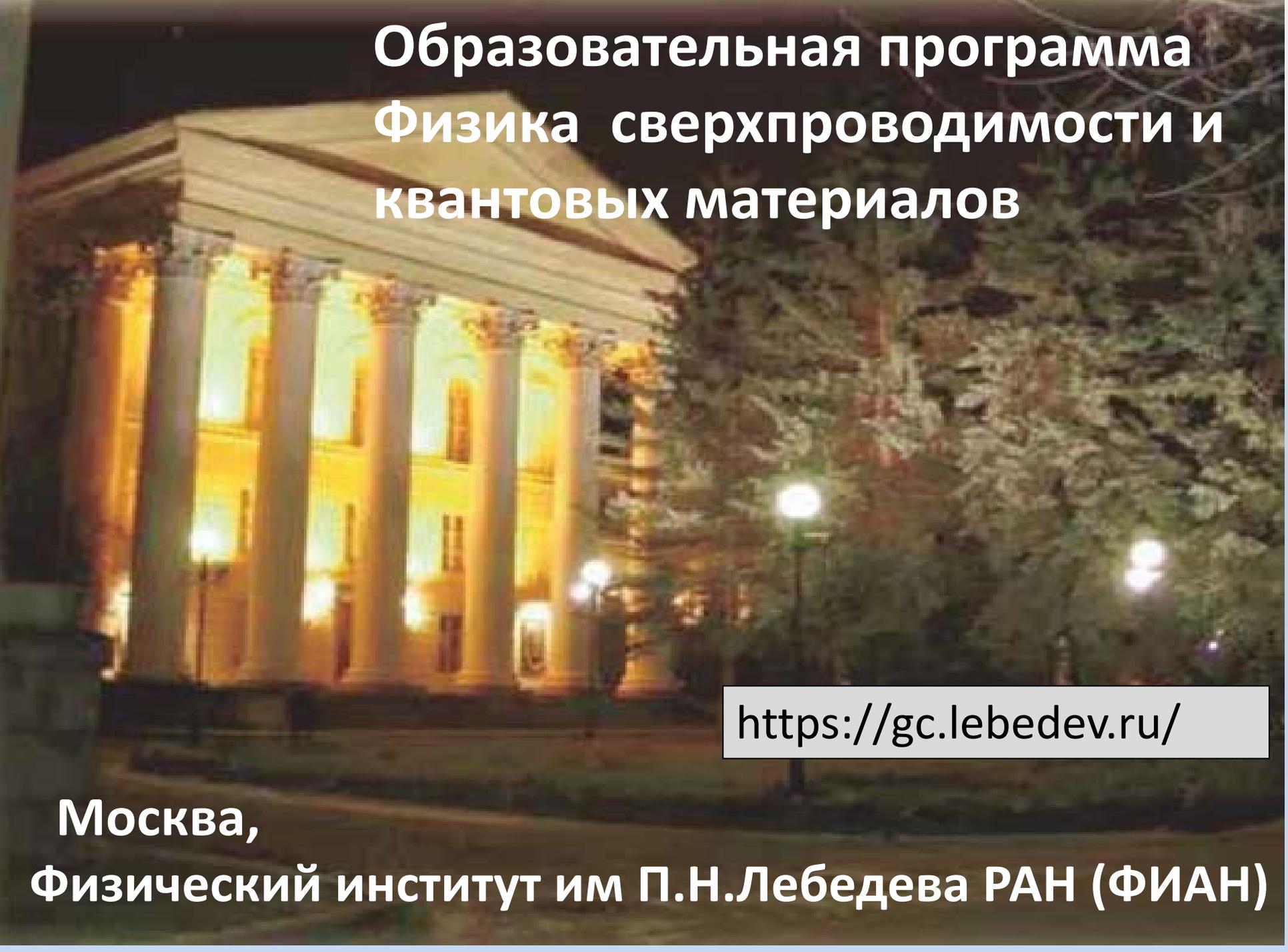
**Образовательная программа  
Физика сверхпроводимости и  
квантовых материалов**

**На кафедре  
физики и технологии  
наноструктур:**

руководитель:

**Чл.-кор. РАН Владимир Моисеевич Пудалов**

**Москва,  
Физический институт им П.Н.Лебедева РАН (ФИАН)**

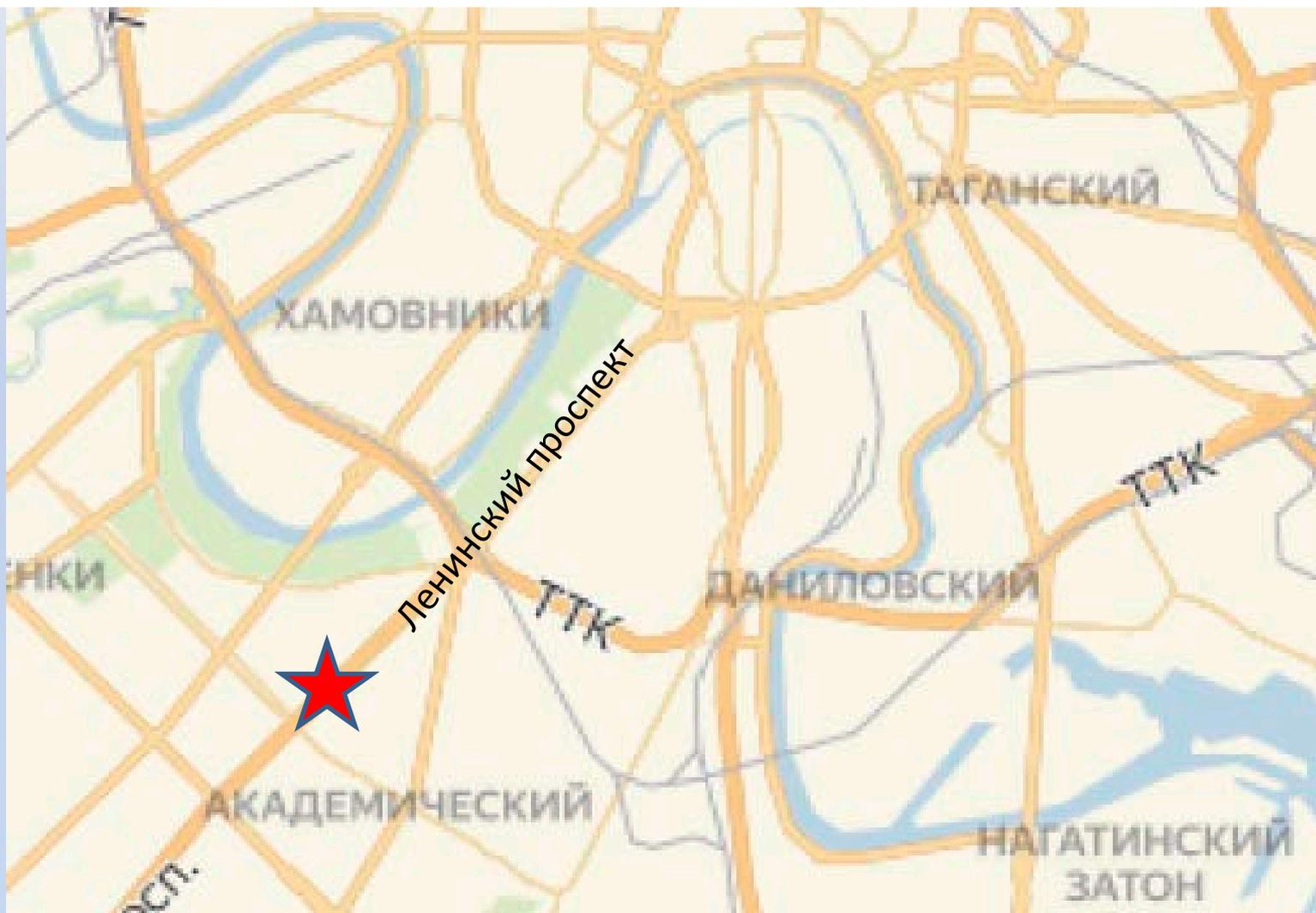


**Образовательная программа  
Физика сверхпроводимости и  
квантовых материалов**

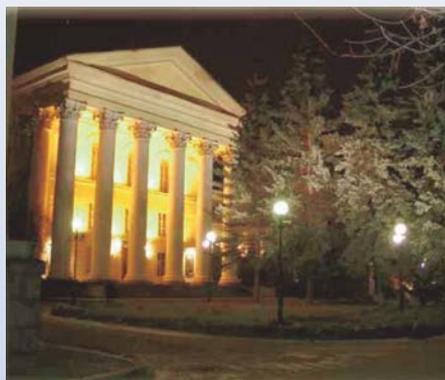
<https://gc.lebedev.ru/>

**Москва,  
Физический институт им П.Н.Лебедева РАН (ФИАН)**

**Где находится база: Москва, ФИАН**  
<https://www.lebedev.ru/>



# Где расположены Лаборатории: *Корпус №10 ФИАН*



## Как называются Лаборатории:

**Центр высокотемпературной  
сверхпроводимости и квантовых материалов  
им. В.Л. Гинзбурга («Центр Гинзбурга»)**

<https://gc.lebedev.ru/>

<https://sites.lebedev.ru/ru/ovsisns/4065.html>

**Руководитель: В.М. Пудалов**

**([pudalov@lebedev.ru](mailto:pudalov@lebedev.ru)), 7(499)132-6780**

**<https://sites.lebedev.ru/ru/pudalov/>**

## Преподаватели, лектора (обязательные курсы)

- **Пудалов В.М.**, член-кор. РАН, д.ф.-м.н.  
*Квантовая физика низкоразмерных систем*



- **Арсеев П.И.**, член-кор. РАН, д.ф.-м.н.  
*Диаграммная техника*



- **Каган М. Ю.**, член-кор. РАН, д.ф.-м.н.  
*Нетрадиционная сверхпроводимость*



## Преподаватели, лектора (обязательные курсы)

- Григорьев П.Д., д.ф.-м.н.

*Электронные свойства нормальных металлов*



- Заикин А. Д., д.ф.-м.н.

*Физические эффекты в сверхпроводящих наноструктурах*



- Рахманов А. Л., д.ф.-м.н.

*Топологические эффекты в современной физике твёрдого тела*



# Преподаватели, лектора (обязательные курсы)

- **Кунцевич А. Ю.**, к.ф.-м.н.

*Введение в симметрию кристаллов.*

*Семинар по научной литературе*



- **Семенов А.Г.**, к.ф.-м.н.

*Физика низкоразмерных сверхпроводников  
и сверхпроводниковых наноструктур*



- **Кузьмичев С. А.**, к.ф.-м.н.

*Введение в физику сверхпроводимости*



- **Кузьмичева Т. Е.**, к.ф.-м.н.

*Физика высокотемпературной*

*Сверхпроводимости. «Туннельные эффекты в  
сверхпроводниках»*



- **Усольцев А.С.**

*Практикум по автоматизации эксперимента*



## Преподаватели, лектора (вариативные курсы)

- **Кривобок В. С.**, к.ф.-м.н. *Введение в квантовую физику твердого тела*



- **Иоселевич А.С.**, проф., д.ф.-м.н. *Теория протекания и фракталы*



- **Смирнов А.И.**, проф., д.ф.-м.н. *Низкотемпературный магнетизм*



- **Варлашкин А.В.**, к.ф.-м.н. *НИС "Технологии наноструктур"*

- **Прудкогляд В.А., Моргун Л.А.**, *Коллоквиум по экспериментальной физике*



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

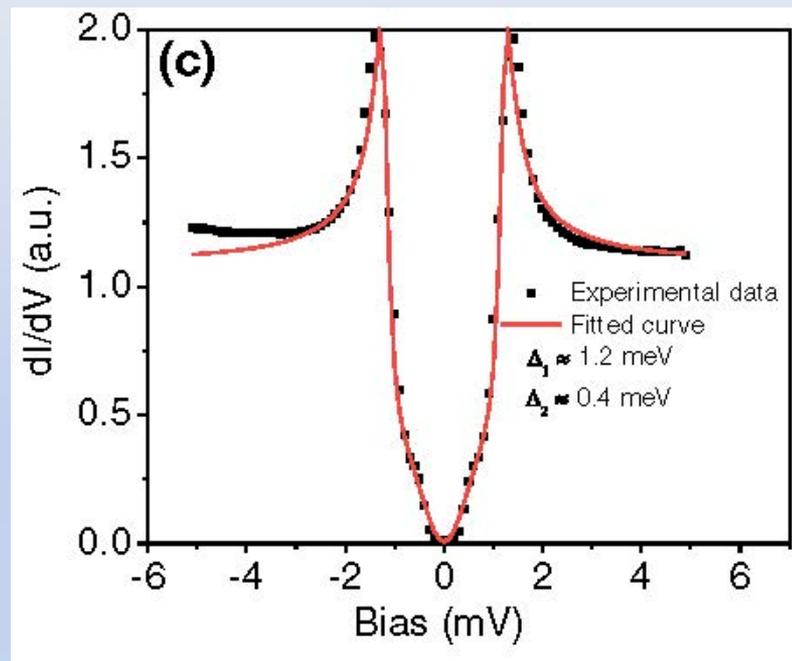
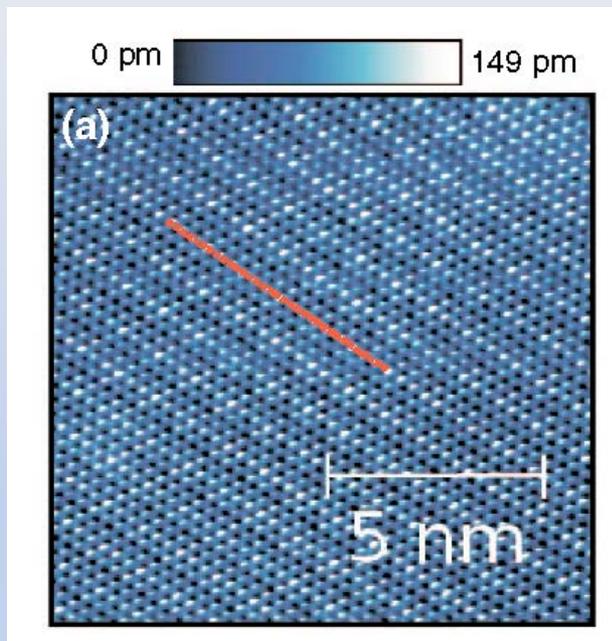
- *Пудалов В.М., д.ф.-м.н.;*
- *Усольцев А.С.*

Сканирующая туннельная спектроскопия и микроскопия электронных состояний в новых сверхпроводниках и топологических изоляторах при сверхнизких температурах

Установка Unisoku USM-1300  
(0.3К, 15Тесла)



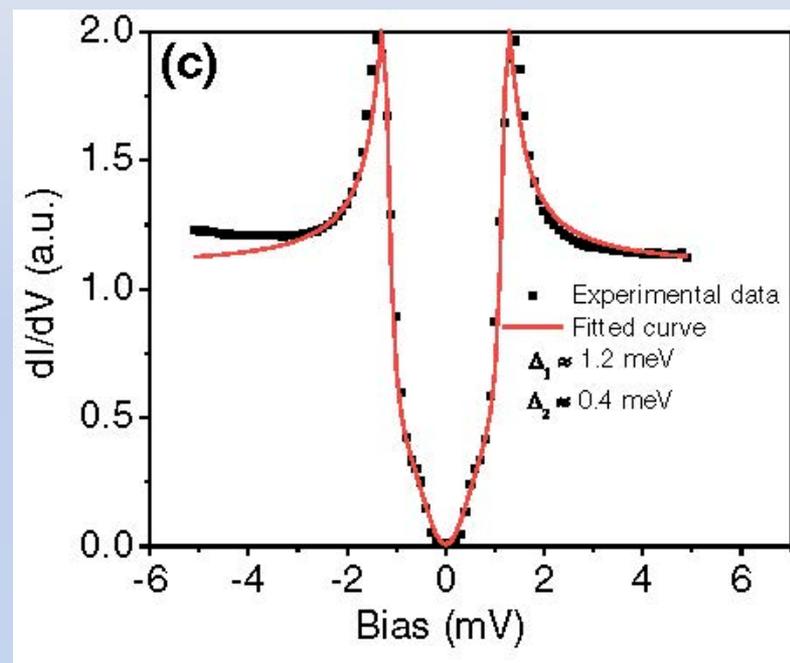
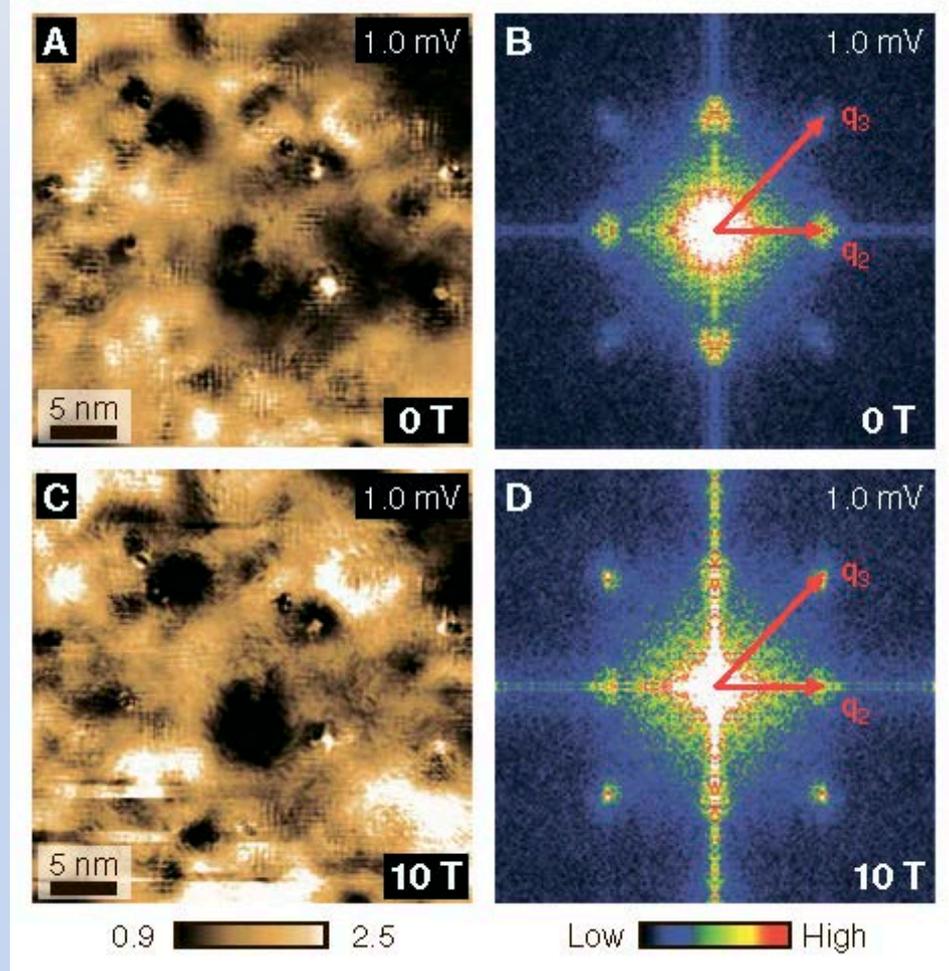
# Сверхпроводник NbSe<sub>2</sub>



# Сверхпроводник NbSe<sub>2</sub>

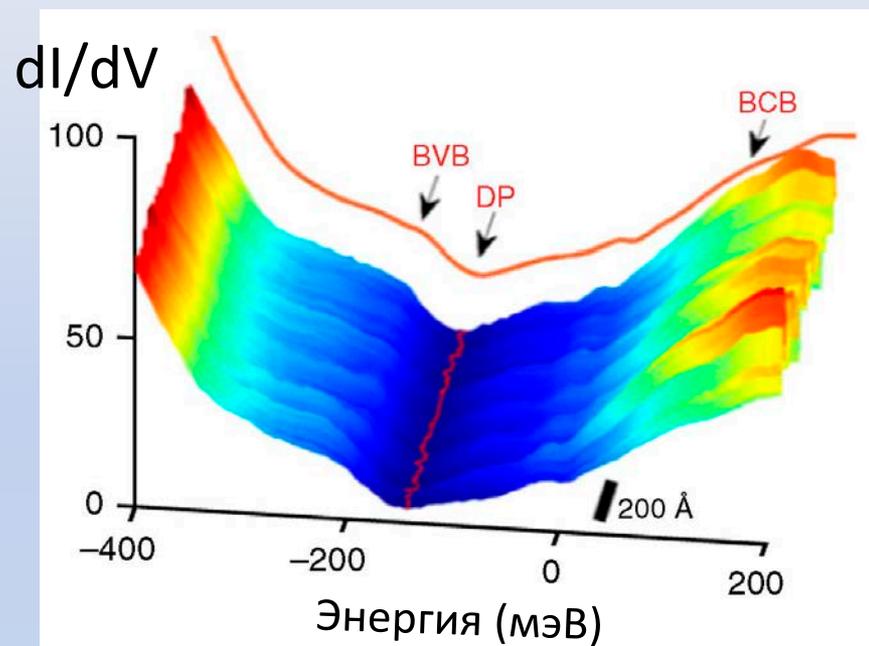
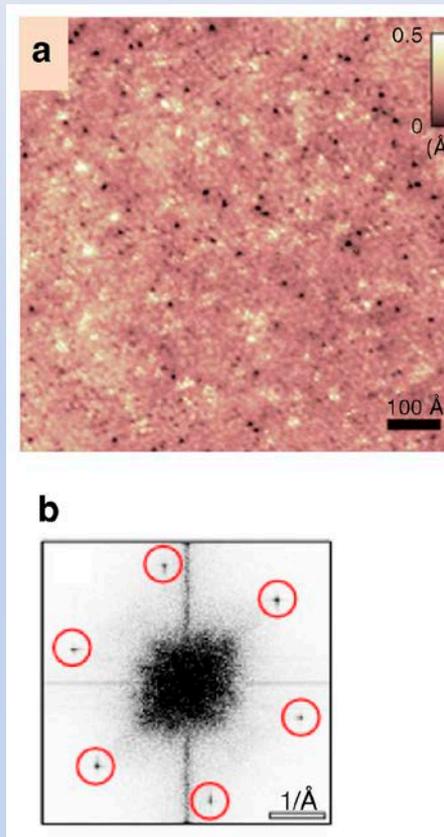
Карта  $dI/dV$  и ее Фурье преобразование

$dI/dV$  усредненная по линии



# Топологический изолятор Bi-SSTS

STM



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- *Кунцевич А. Ю., д.ф.-м.н.*  
Ван-дер-Ваальсовские  
гетероструктуры на основе  
топологических изоляторов  
и сверхпроводников

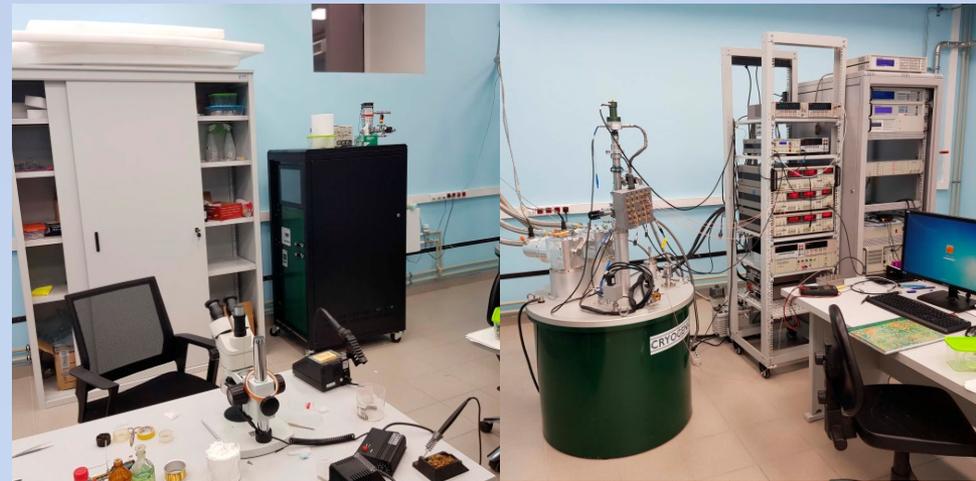


# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Садаков А.В. к.ф.-м.н.
- Соболевский О.А. (аспирант)

Исследования новых ВТСП-материалов  
и наноструктур в сильных магнитных  
полях

- ✓ намагниченность,
- ✓ магнитная восприимчивость,
- ✓ теплоемкость,
- ✓ критические поля,
- ✓ анизотропия крит. поля
- ✓ Анизотропия тензора магнитосопротивления

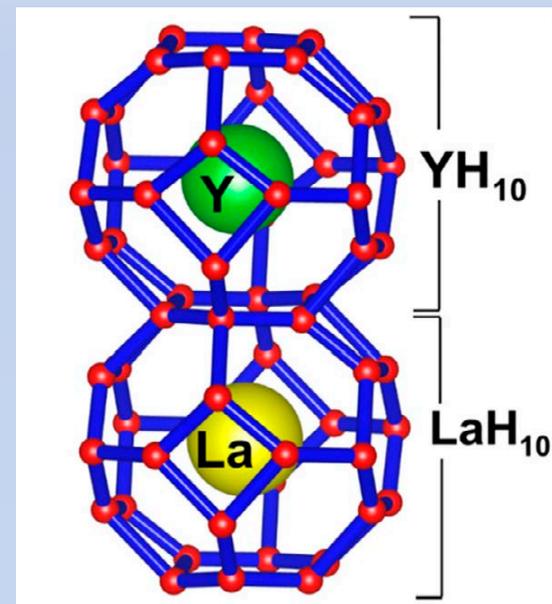
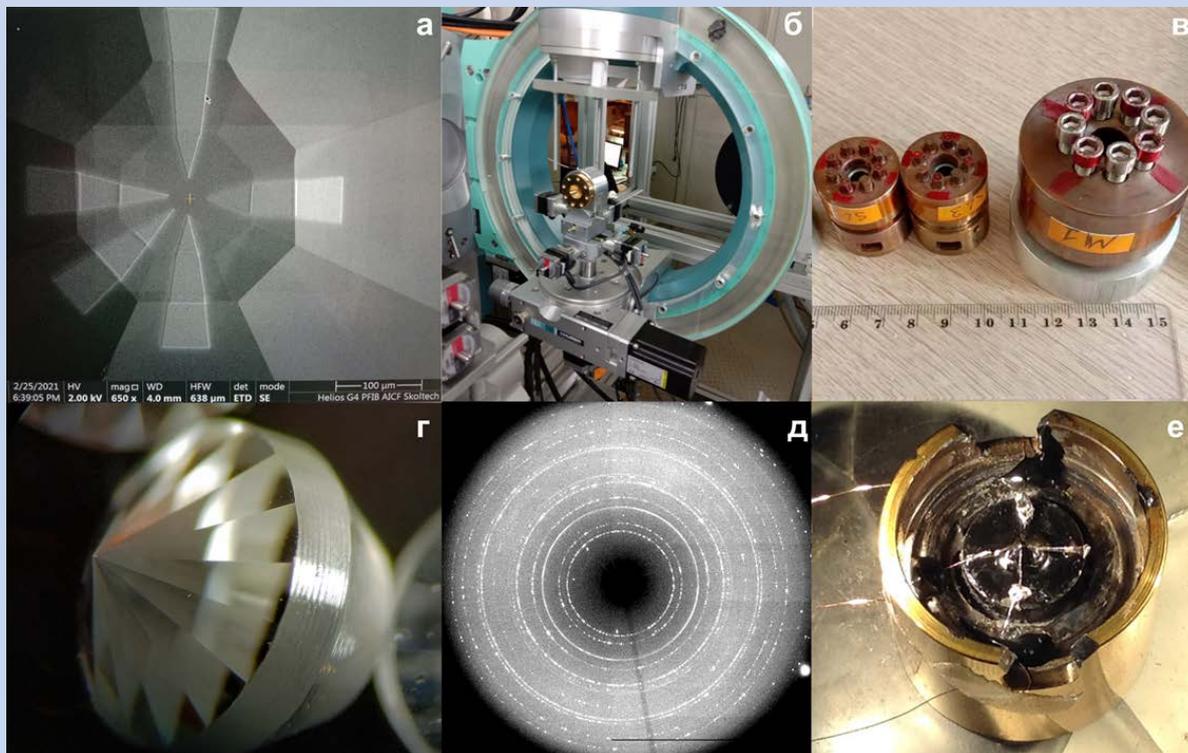


Установка CFMS-16

# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

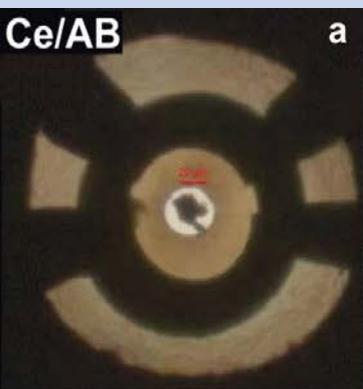
- Садаков А.В., к.ф.-м.н.
- Соболевский О.А., к.ф.-м.н.

КТСП-Супергидриды

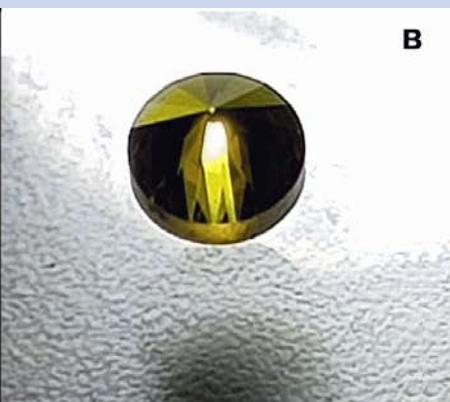


# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

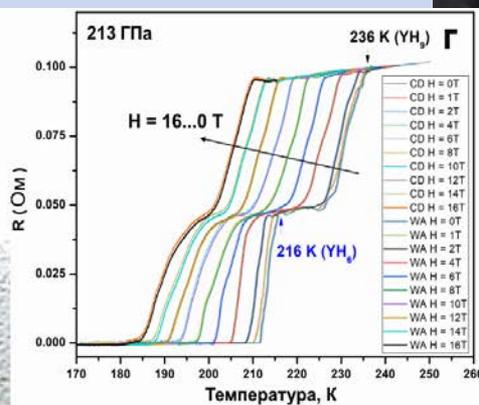
- Садаков А.В., к.ф.-м.н.
  - Соболевский О.А., к.ф.-м.н.
- КТСП-Супергидриды



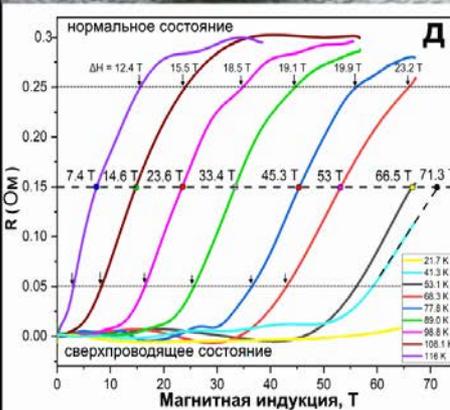
а



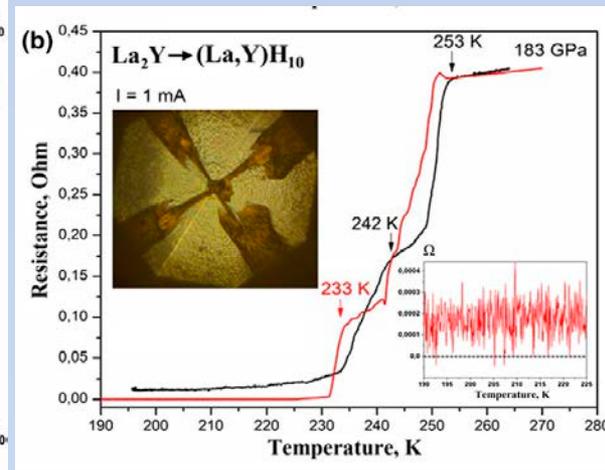
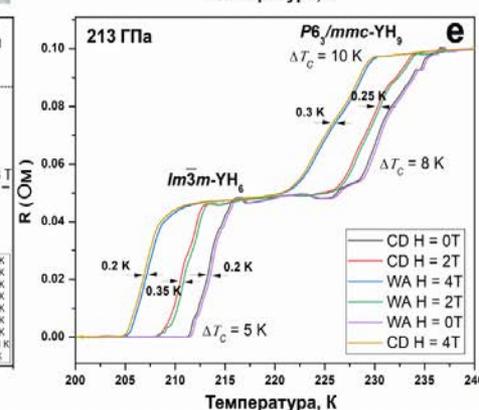
в



б



в



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- **Прудкогляд В. А.**

Физические свойства новых квантовых материалов и наноструктур в сверхсильных магнитных полях (21Т) и при высоких давлениях (30кб):



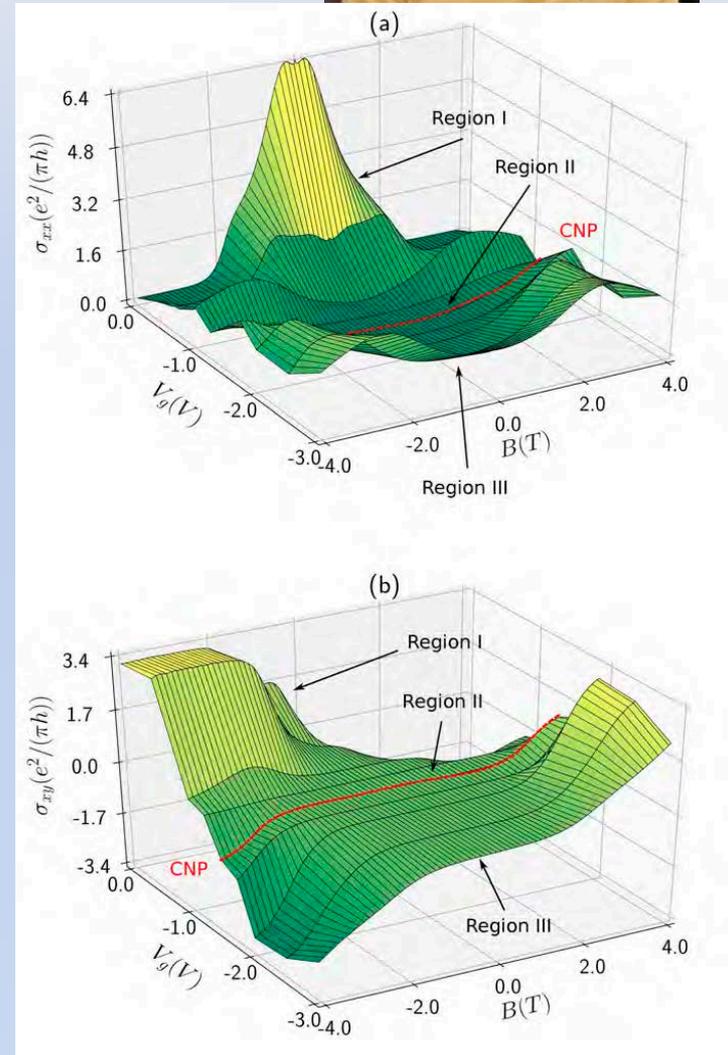
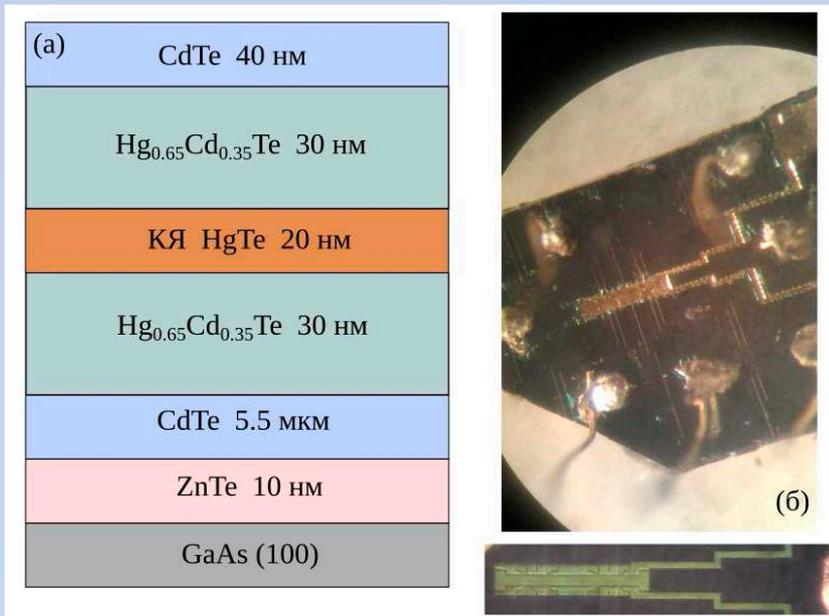
- ✓ Квантовые ямы 2D топологических изоляторов,
- ✓ Квазиодномерные органические кристаллы,
- ✓ Низкоразмерные кристаллы с упорядочением заряда и спина



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Прудкогляд В. А.

Физические свойства новых квантовых материалов и наноструктур в сверхсильных магнитных полях (21Т) и при высоких давлениях (30кб):

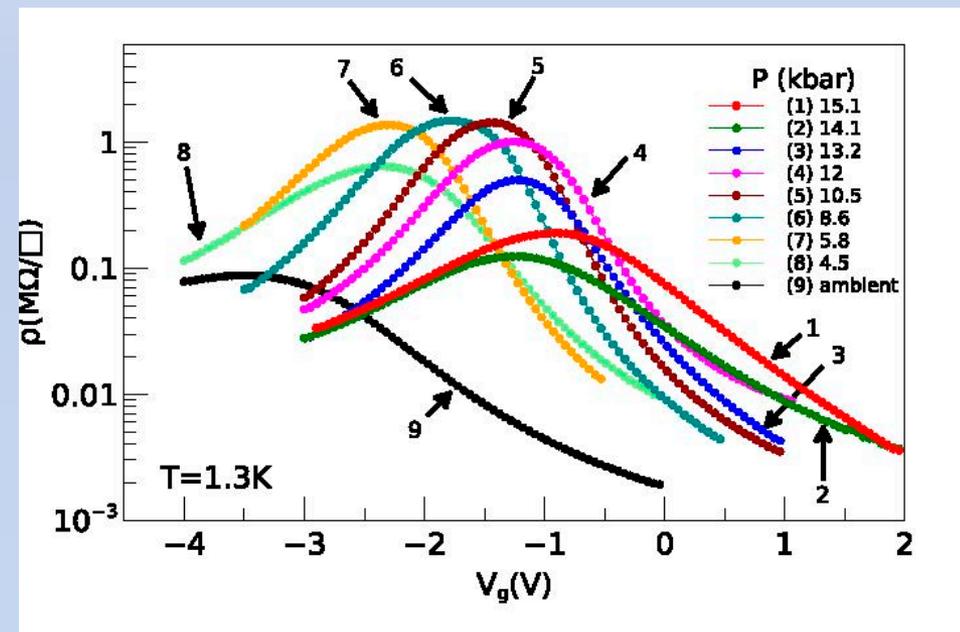


# Научные руководители, лаборатории и основные направления исследований

- Прудкогляд В. А.

Физические свойства новых материалов и наноструктур в сверхсильных магнитных полях (21Т) и при высоких давлениях (30kb):

- ✓ Квантовые ямы 2D топологических изоляторов,
- ✓ Квазиодномерные органические кристаллы,
- ✓ Низкоразмерные кристаллы с упорядочением заряда и спина



# Научные руководители, лаборатории и основные направления исследований

## • Прудкогляд В. А.

Физические свойства новых материалов  
и наноструктур в сверхсильных  
магнитных полях (21Т) и при высоких  
давлениях (30кб):

- ✓ Квантовые ямы 2D  
топологических изоляторов,
- ✓ Квазиодномерные  
органические кристаллы,
- ✓ Низкоразмерные  
кристаллы с упорядочением  
заряда и спина

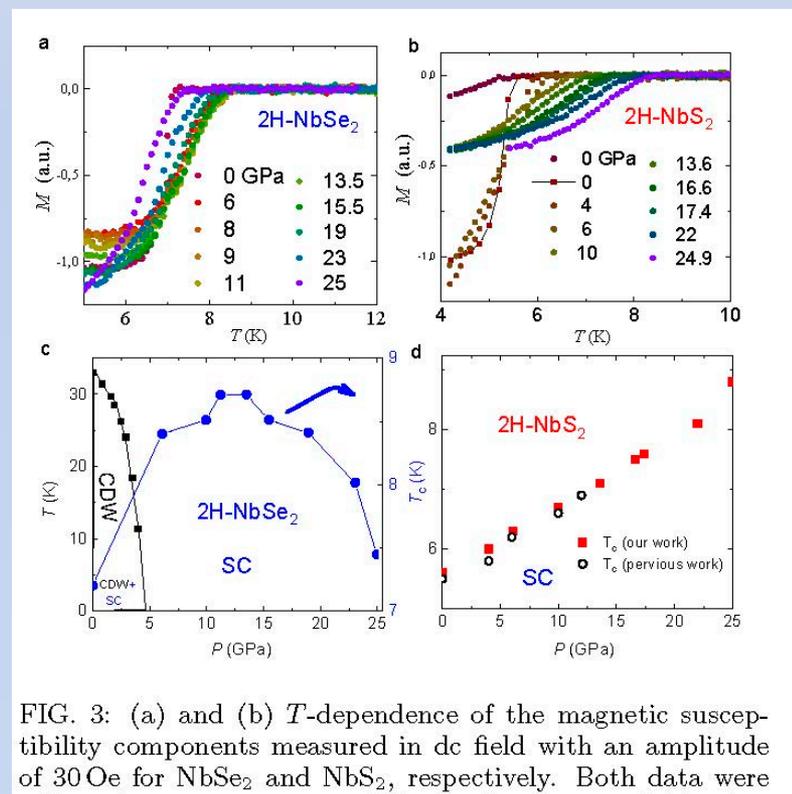


FIG. 3: (a) and (b)  $T$ -dependence of the magnetic susceptibility components measured in dc field with an amplitude of 30 Oe for NbSe<sub>2</sub> and NbS<sub>2</sub>, respectively. Both data were

# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Цветков А.Ю., к.ф.-м.н.

- Гаврилкин С.Ю.

Физические свойства  
новых ВТСП материалов:

- ✓ критическое поле и его анизотропия,
- ✓ электронная теплоемкость,
- ✓ намагниченность,
- ✓ восприимчивость
- ✓ измерения магнитных свойств малых образцов с помощью СКВИД-магнитометров



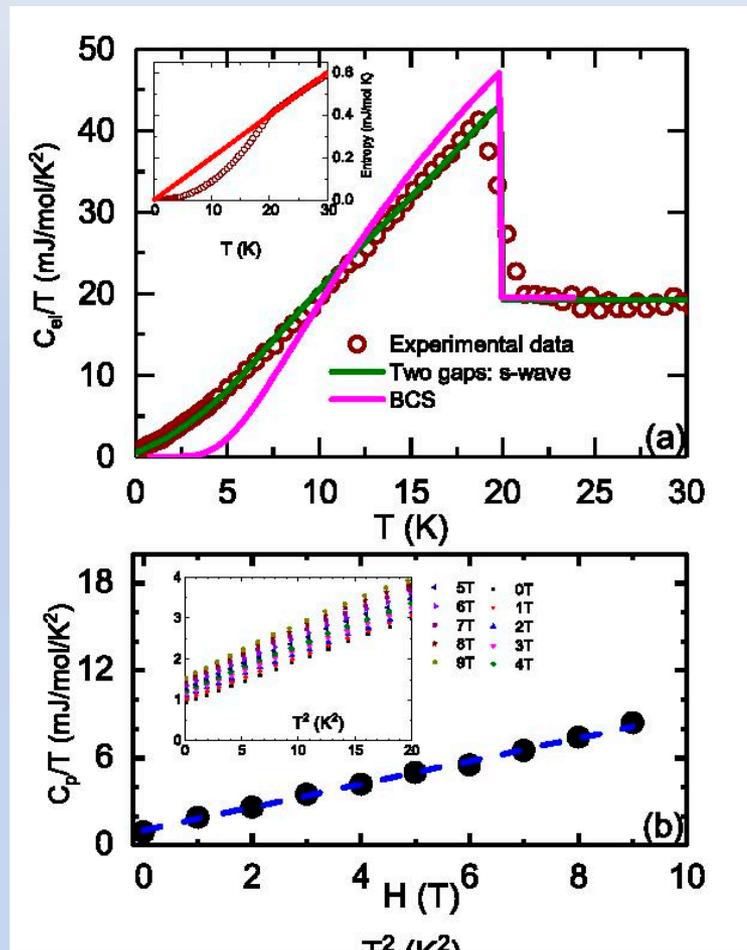
# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Цветков А.Ю., к.ф.-м.н.

- Гаврилкин С.Ю.

Физические свойства  
новых ВТСП материалов:

- ✓ критическое поле и его анизотропия,
- ✓ электронная теплоемкость,
- ✓ намагниченность,
- ✓ восприимчивость
- ✓ измерения магнитных свойств малых образцов с помощью СКВИД-магнитометров

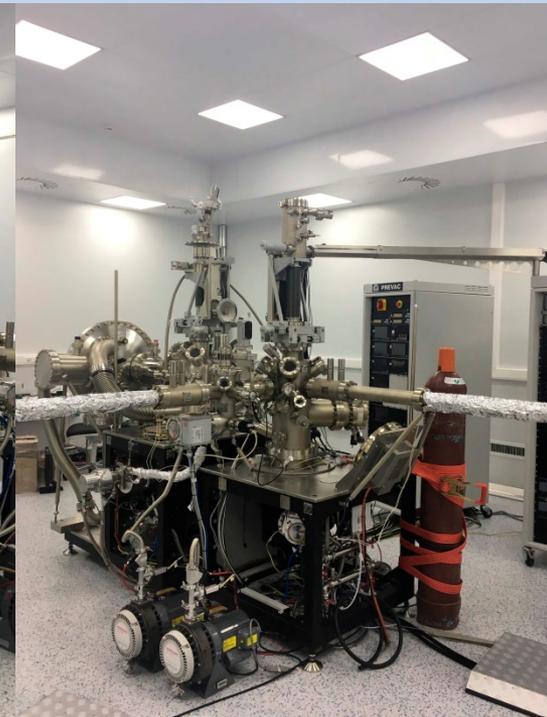


# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Безотосный П. И.
- Дмитриева К.А. (аспирант)

Измерение энергетического спектра электронов методом фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES).

Установка  
Scienta R-4000



# Научные руководители, лаборатории и основные направления исследований

- **Безотосный П. И.**
- **Дмитриева К.** (аспирант)

Определение энергетического спектра электронов методом фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES) .

На фото: Президент РАН Сергеев А.М. дает интервью Брилеву С.Б. (телеканал “Россия”)



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Безотосный П. И.
- Дмитриева К.А. (аспирант)

Определение энергетического спектра электронов методом фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES).

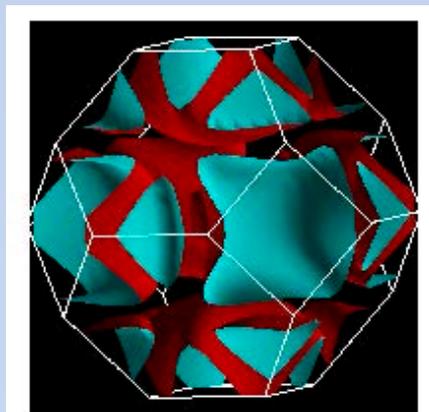
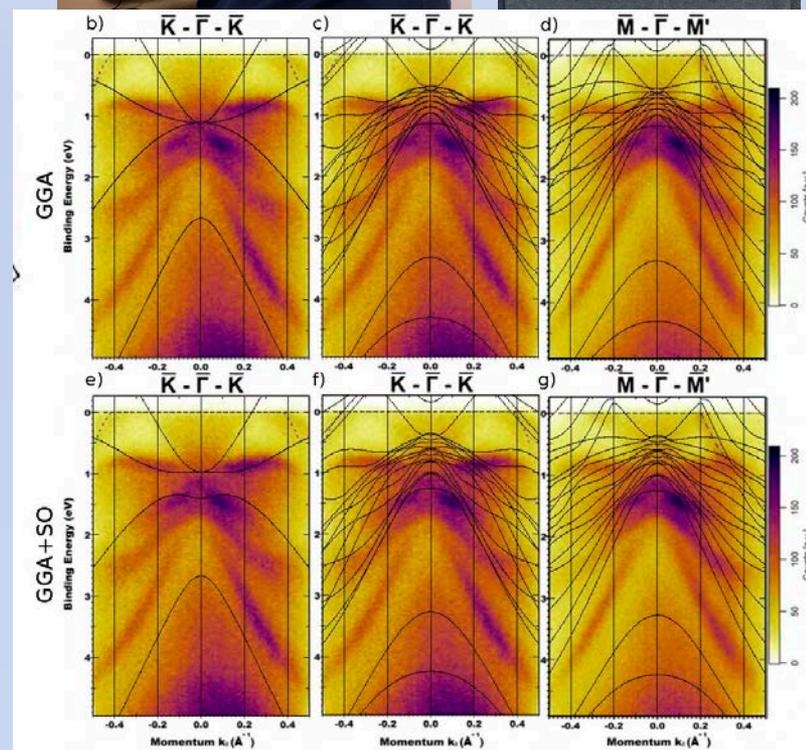
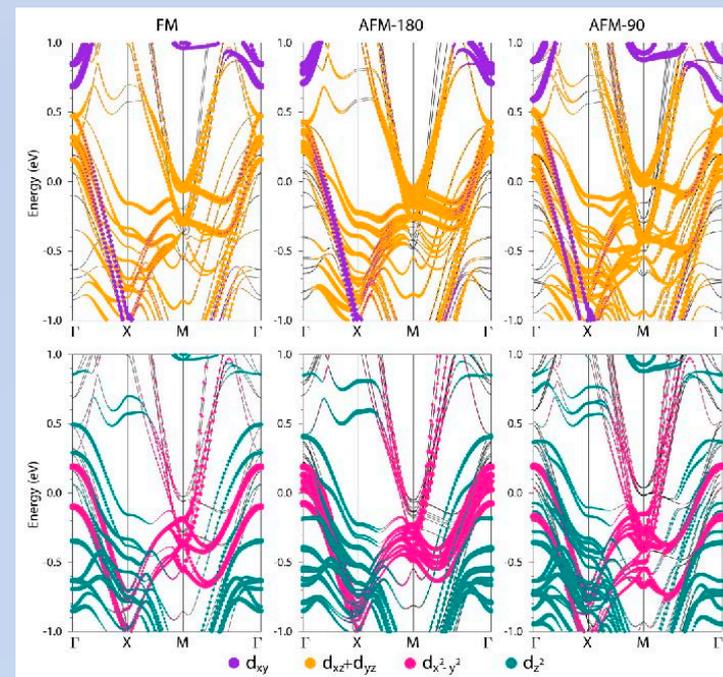
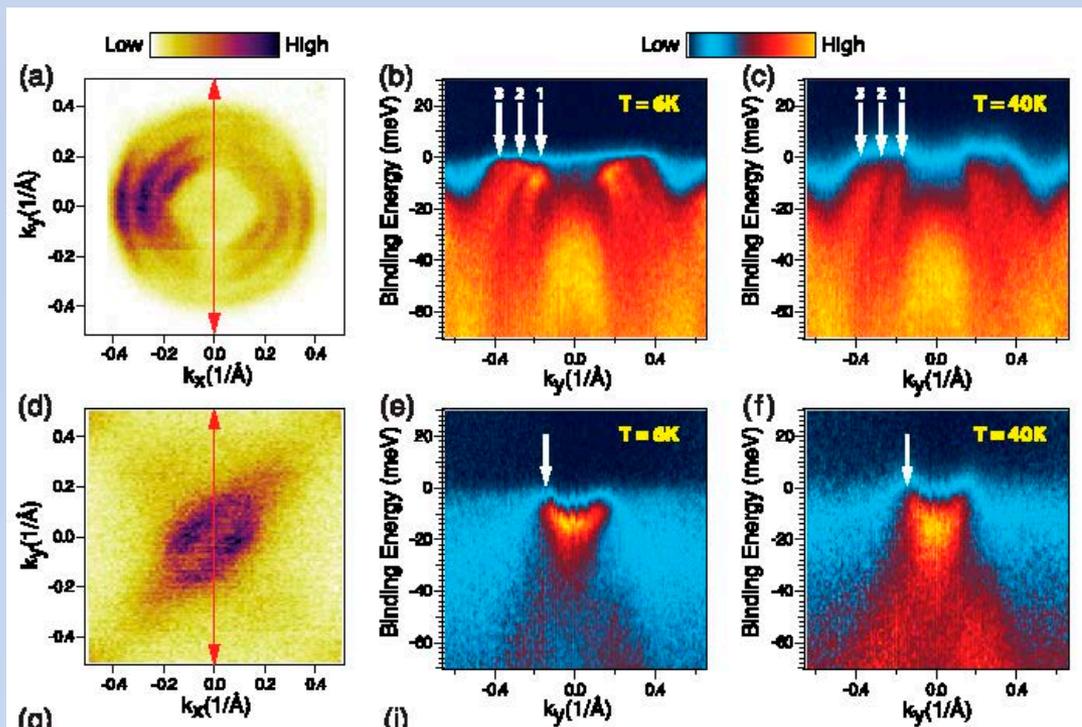


Figure 4 SnAs DFT/GGA calculated Fermi surface.



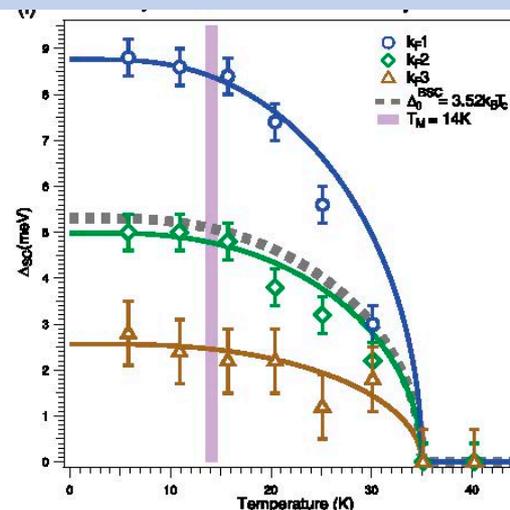
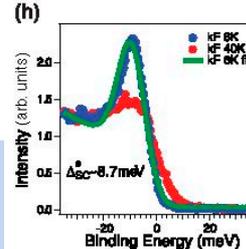
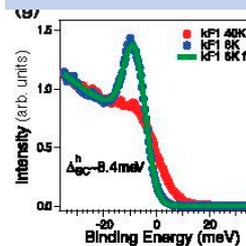
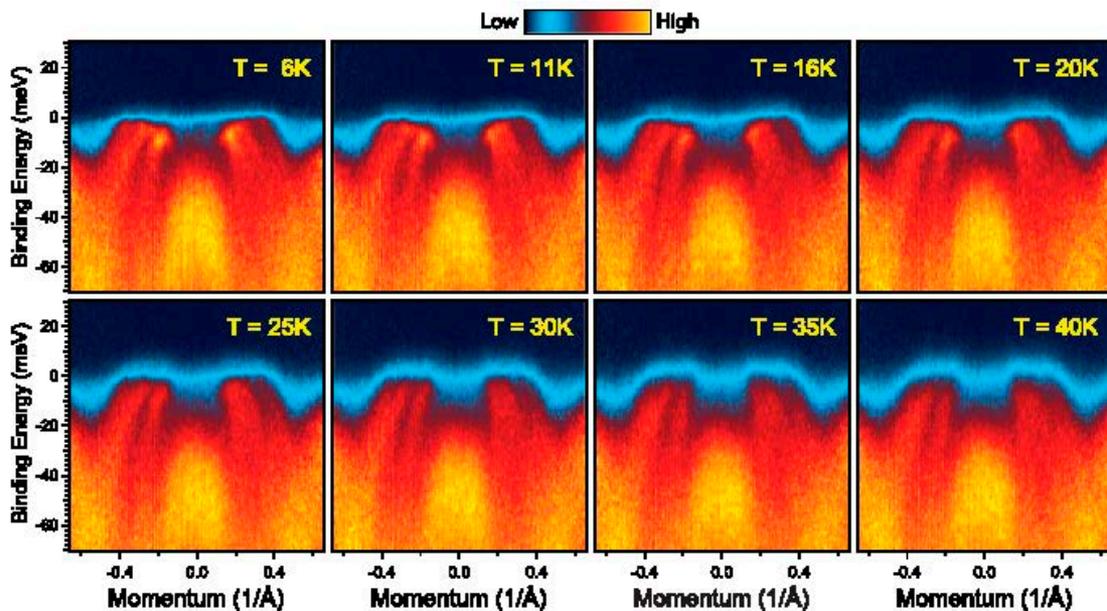
# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Безотосный П. И.
- Дмитриева К.А. (аспирант)
- Лев Л.Н. (к.ф.-м.н.)



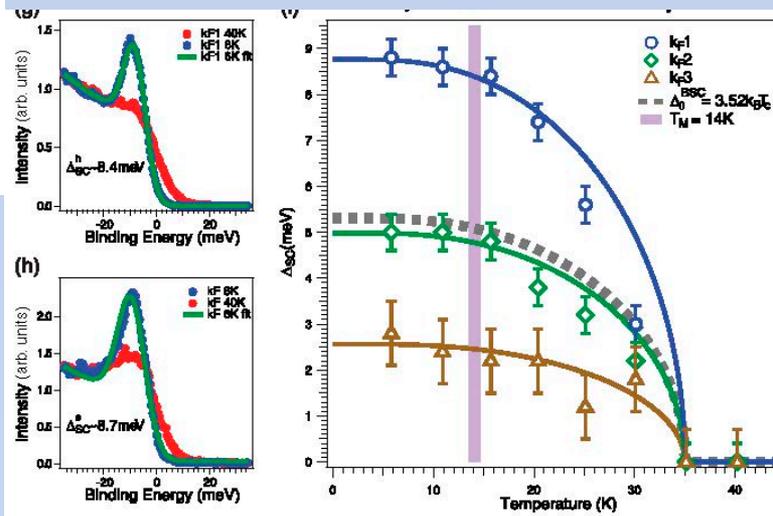
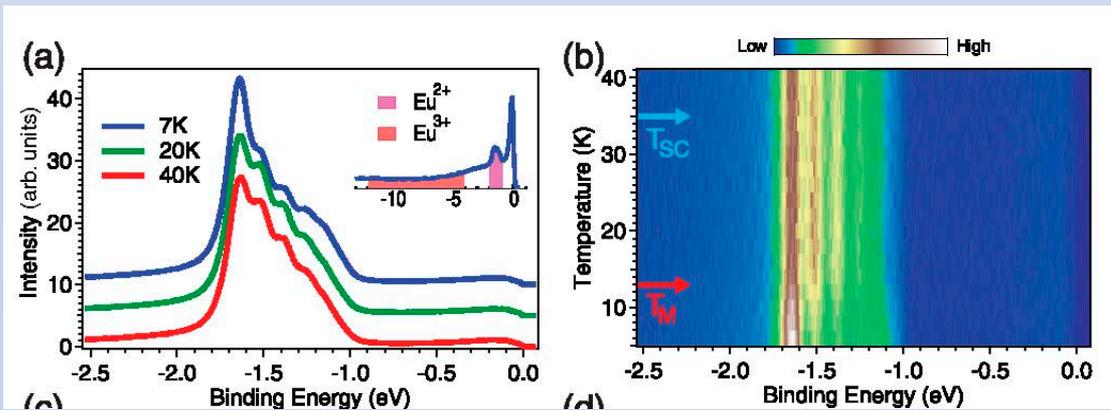
# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Безотосный П. И.
- Дмитриева К.А. (аспирант)
- Лев Л.Н. (к.ф.-м.н.)



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Безотосный П. И.
- Дмитриева К.А. (аспирант)
- Лев Л.Н. (к.ф.-м.н.)



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Моргун Л. А.
- Борисов А.

Свойства квантовых материалов,  
сверхпроводников и наноструктур  
при сверхнизких температурах



Установка BF-250LD  
(температура 10мК)



# Научные руководители, лаборатории и основные направления исследований

- Моргун Л. А.
- Борисов А.

Свойства квантовых материалов,  
сверхпроводников и наноструктур  
при сверхнизких температурах (10мК)



PHYSICAL REVIEW B 99, 094512 (2019)

## Observation of subkelvin superconductivity in Cd<sub>3</sub>As<sub>2</sub> thin films

A. V. Suslov,<sup>1</sup> A. B. Davydov,<sup>2</sup> L. N. Oveshnikov,<sup>3,2,\*</sup> L. A. Morgun,<sup>2,4</sup> K. I. Kugel,<sup>5,4</sup> V. S. Zakhvalinskii,<sup>6</sup> E. A. Pilyuk,<sup>6</sup>  
A. V. Kochura,<sup>7</sup> A. P. Kuzmenko,<sup>7</sup> V. M. Pudalov,<sup>2,4</sup> and B. A. Aronzon<sup>2</sup>

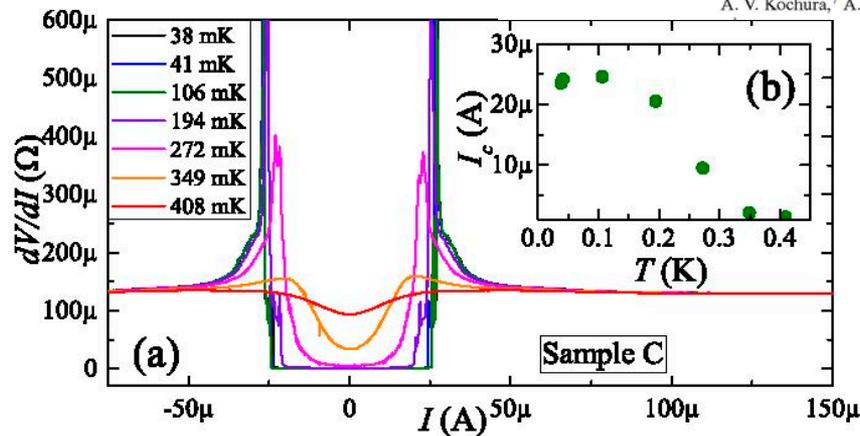


FIG. 4. (a) Differential resistance for sample C at various temperatures. (b) Corresponding temperature dependence of critical current  $I_c$ .

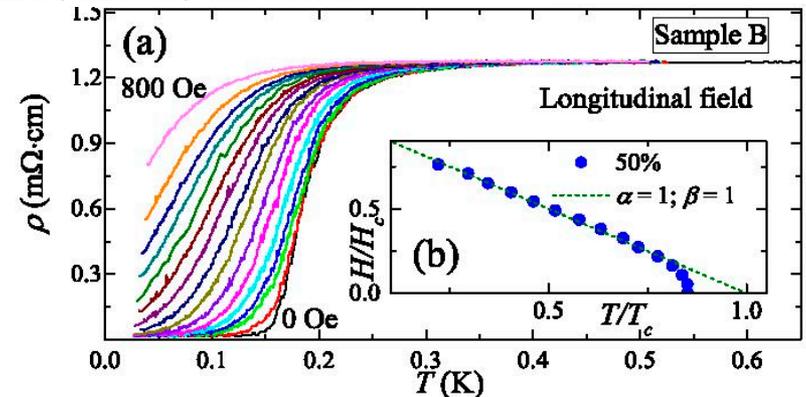


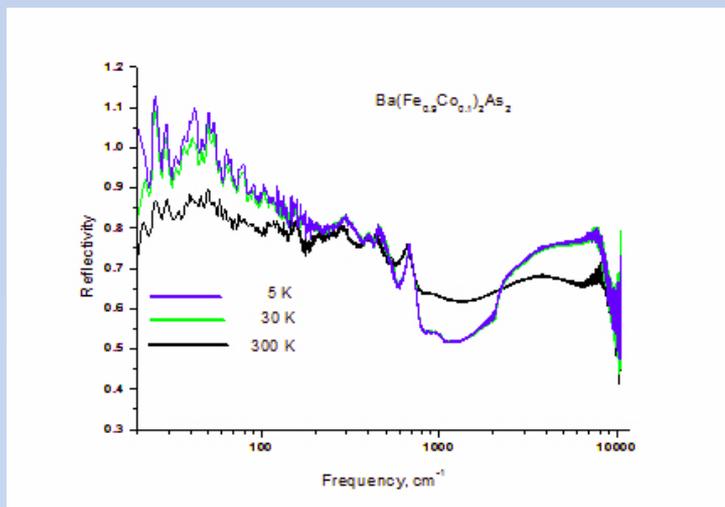
FIG. 3. (a) Temperature dependence of resistivity for sample B at various longitudinal magnetic fields. (b) Corresponding  $H_c$ - $T_c$  diagrams for the SC transition (midpoint). Fitting of experimental data by Eq. (1) is shown by the dashed line.

# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Алещенко Ю. А., д.ф.-м.н.
- Ковалева Н.В., к.ф.-м.н.
- Муратов А.В.



Спектры отражения ВТСП и квантовых материалов в диапазоне 190нм -1мм



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Кузьмичева Т. Е., к.ф.-м.н.
- Кузьмичев С.А., к.ф.-м.н.

Андреевская спектроскопия  
новых ВТСП: определение структуры  
сверхпроводящего параметра порядка

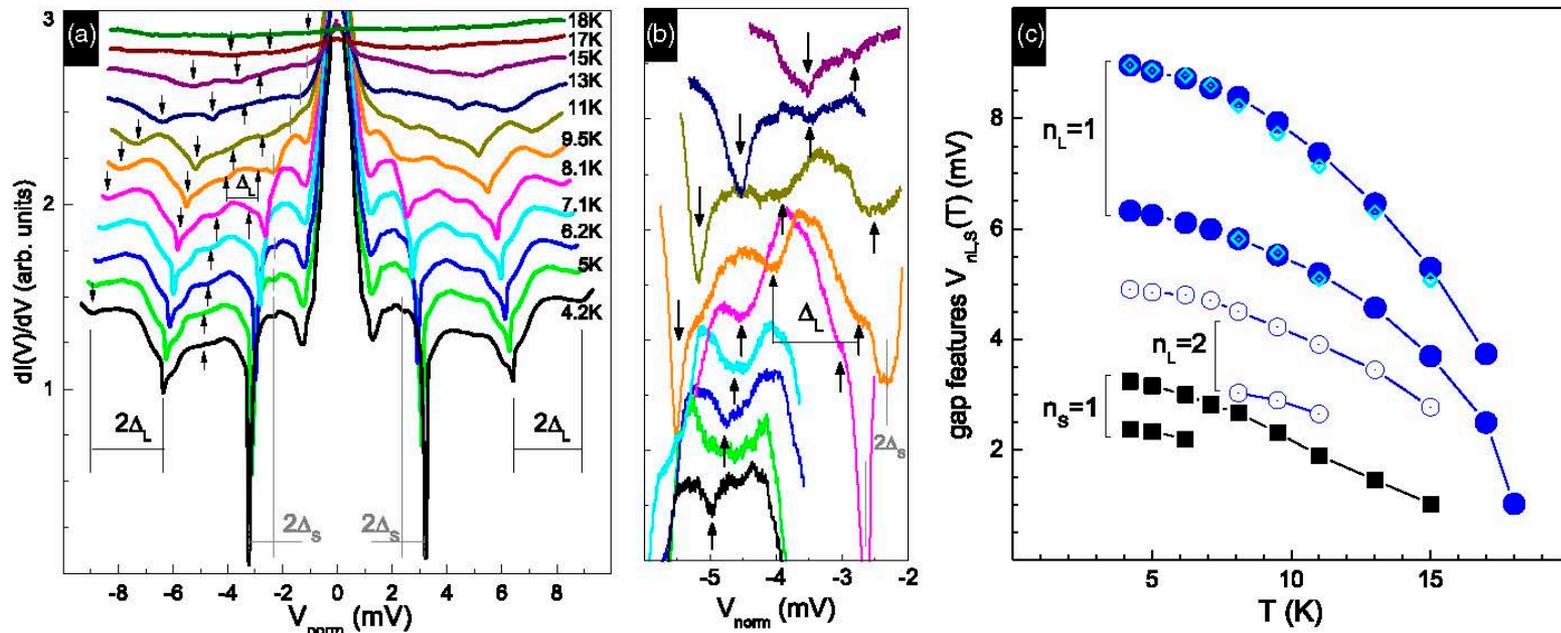


FIG. 2. (a) Normalized dynamic conductance spectrum of Andreev array measured at  $T = 4.2\text{--}18$  K. The  $dI(V)/dV$  curves are offset

# Научные руководители, лаборатории и основные направления исследований

- Кузьмичева Т. Е., к.ф.-м.н.

- Кузьмичев С.А., к.ф.-м.н.

Андреевская спектроскопия  
высокотемпературных сверхпроводников:

✓ определение структуры сверхпроводящего параметра порядка и типа симметрии

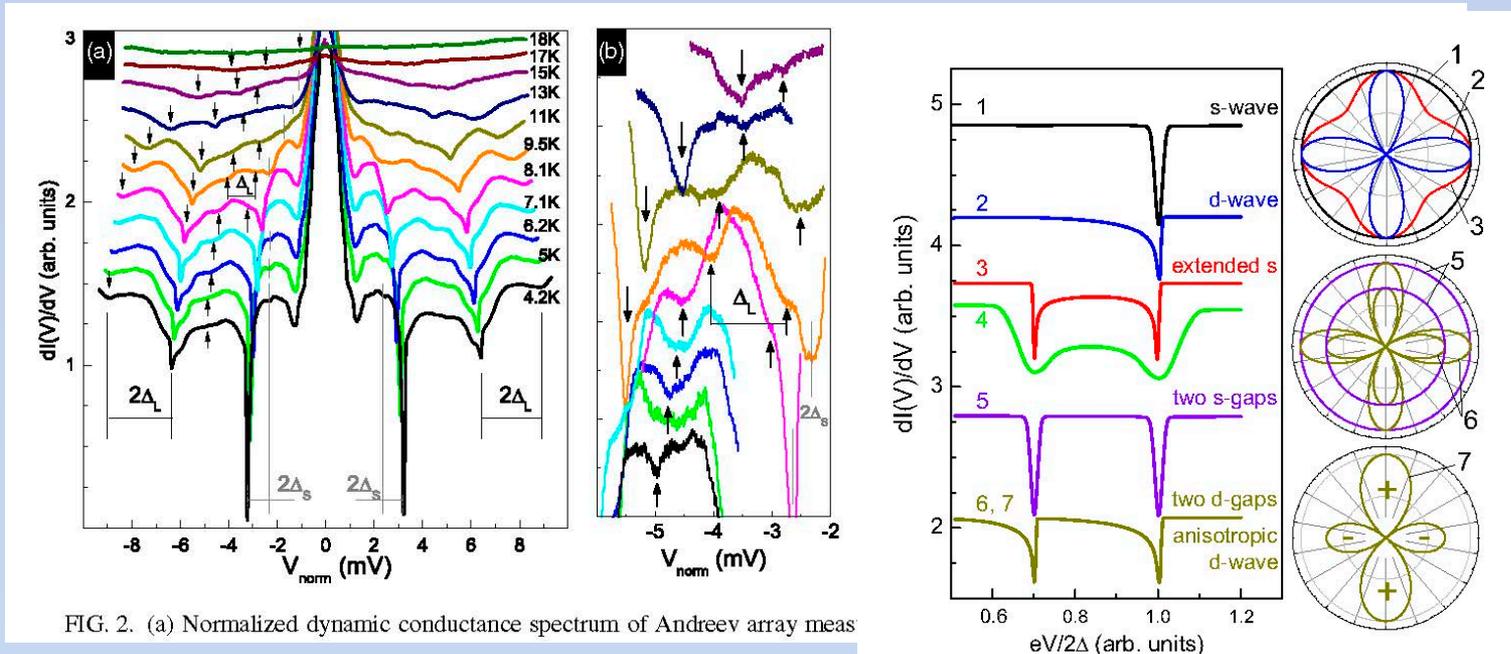
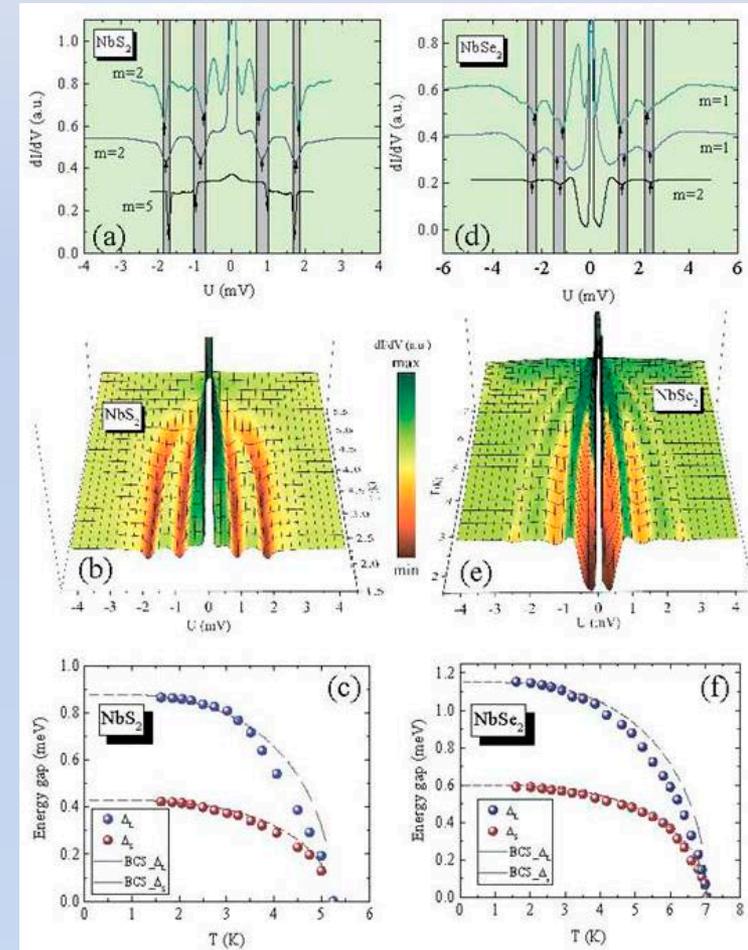
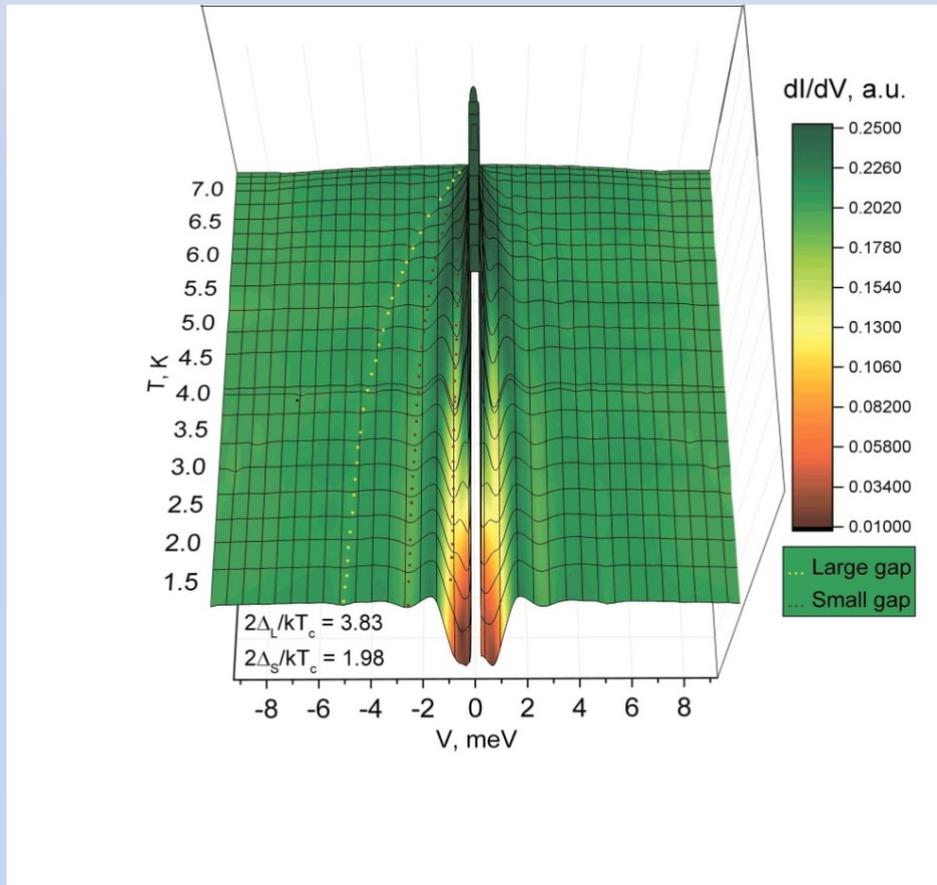


FIG. 2. (a) Normalized dynamic conductance spectrum of Andreev array meas

# Научные руководители, лаборатории и основные направления исследований

- Усольцев А.С.

Андреевская спектроскопия низкотемпературных сверхпроводников:



# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Варлашкин А.В., к.ф.-м.н.,
- Массалимов Б. И.

Изготовление наноструктур  
методами лазерной, электронной  
Литографии, фокусированным  
ионным пучком и плазмохимии



Панорама нескольких технологических установок в “чистой зоне” ISO-5

# Научные руководители, Лаборатории и основные направления исследований

- Варлашкин А.В., к.ф.-м.н.,
- Массалимов Б. И.

Изготовление наноструктур  
методами электронной литографии и  
фокусированного ионного пучка

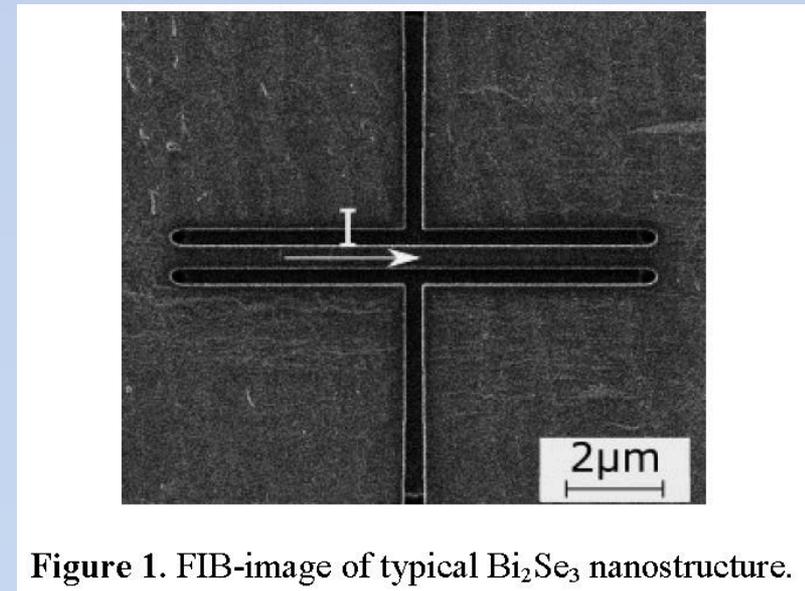


Figure 1. FIB-image of typical  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  nanostructure.

# Научные руководители, лаборатории и основные направления исследований

- **Перваков К. С., Власенко В.А.**

Синтез и рост кристаллов новых ВТСП и квантовых материалов



Характеризация кристаллов новых ВТСП и квантовых материалов



**Лучше посмотреть своими глазами и поработать руками  
в СУПЕРсовременной научной Лаборатории мирового  
уровня**

**Настоятельно рекомендуем студентам:**

- ✓ Экскурсия в Лаборатории Центра (до 10 чел/день)
- ✓ 1-2 недельная практика в Лабораториях Центра в каникулы (конкурсный отбор до 10 кандидатур)

**Запись на экскурсию:**

**Моргун Леонид Александрович**

**+7(499)1326907, 64-85**

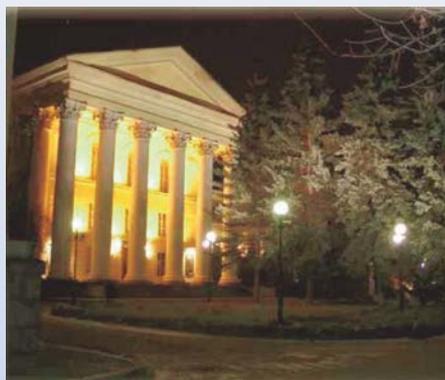
**[morgunla@lebedev.ru](mailto:morgunla@lebedev.ru)**

**[morgun@gmail.com](mailto:morgun@gmail.com)**

**Или через деканат школы ЛФИ**

***До встречи в ФИАН!***

# Где расположены Лаборатории: *Корпус №10 ФИАН*



## Как называются Лаборатории:

**Центр высокотемпературной  
сверхпроводимости и квантовых материалов  
им. В.Л. Гинзбурга («Центр Гинзбурга»)**

<https://sites.lebedev.ru/ru/ovsisns/4065.html>

**Зам. Рук. по орг. вопросам: Моргун Леонид Александрович**  
[morgunla@lebedev.ru](mailto:morgunla@lebedev.ru) тел: (499)1326907, (499)1326485

**Зам. Рук. ОП:**

**Кузьмичева Татьяна Евгеньевна**  
[kuzmichevate@lebedev.ru](mailto:kuzmichevate@lebedev.ru)

## План лекций:

- 1. Представление ОП , что и как мы исследуем в Центре
- 2. Введение в сверхпроводимость
- 3. История открытий в области сверхпроводимости
- 4. История и принцип работы ARPES
- 5. История и принцип работы STM
- 6. Диффузионный классический и квантовый транспорт.  
Интерференция электронных волн.
- 7. Прыжковый транспорт
- 8. Баллистический квантовый транспорт
- 9. Баллистический квантовый транспорт в магнитном поле и введение в квантовый эффект Холла
- 10. История Нобелевских премий в области конденсированного состояния.

## План лекций:

- 11. Симметрия и топология в физике конденс. состояния
- 12. Туннельные эффекты в сверхпроводниках. Эффект Джозефсона и его применение.
- 12. Как устроены квантовые эталоны Ома и Вольта. Ампер ?
- 13. Дробный квантовый эффект Холла
- 14. Композитные фермионы: как электроны объединяются с квантами потока и меняют свой гендер
- 15. Корреляции в жидкостях. Ван-дер-ваальсовское взаимодействие. Почему металлы – пластичны, а диэлектрики- хрупкие.