Образовательная программа Физика сверхпроводимости и квантовых материалов

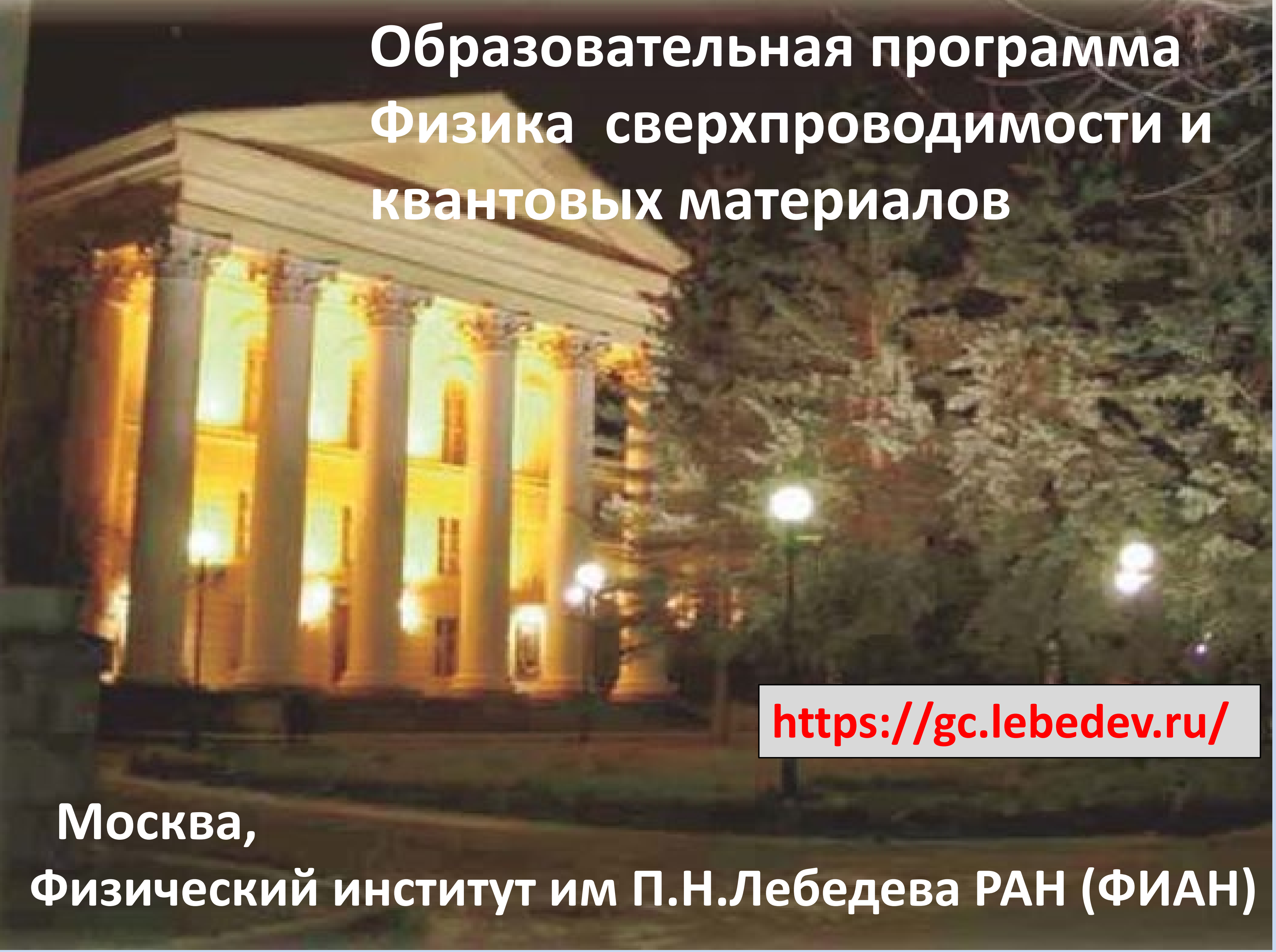
На кафедре физики и технологии наноструктур:

руководитель:

Чл.-кор. РАН В.М. Пудалов

Москва,

Физический институт им П.Н.Лебедева РАН (ФИАН)



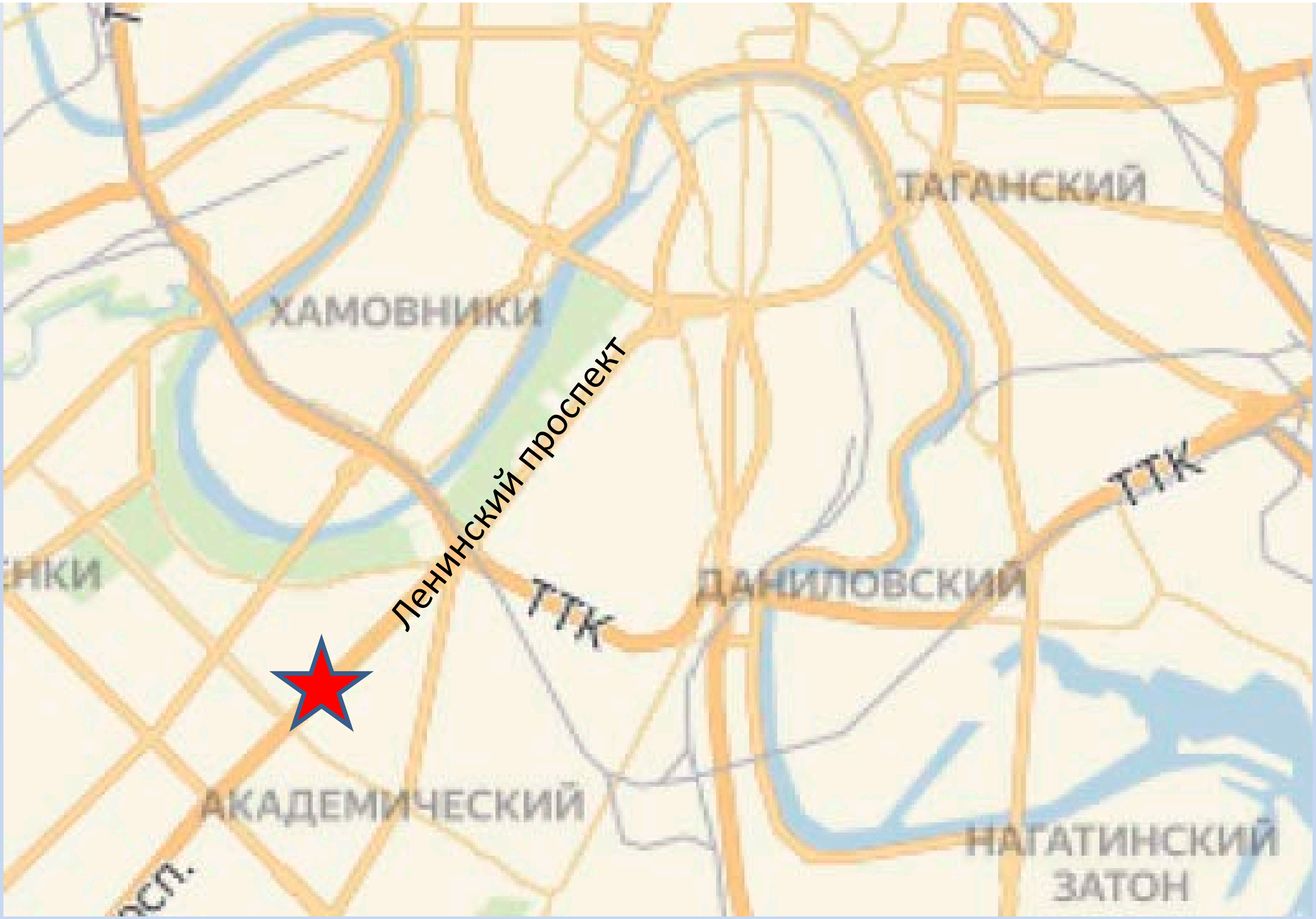
Образовательная программа Физика сверхпроводимости и квантовых материалов

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: *кампус ФИАН*

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

https://gc.lebedev.ru/

Зам. Рук. по образованию: **Моргун Леонид Александрович**
morgunla@lebedev.ru
тел: (499)132-6907, (499)132-6485

Зам. Рук. по науке: **Кузьмичева Татьяна Евгеньевна**
kuzmichevate@lebedev.ru

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)

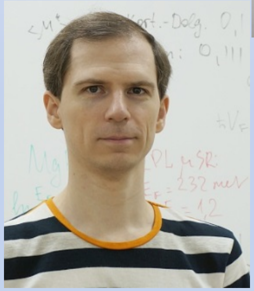
- **Кунцевич А. Ю.**, к.ф.-м.н.

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.

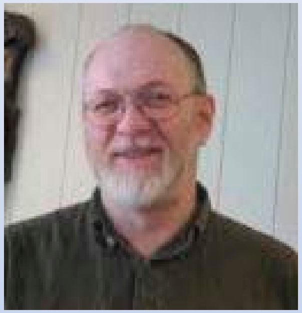
Физика высокотемпературной сверхпроводимости. «Туннельные эффекты в сверхпроводниках»

- **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*
- **Гиппиус А.А..**, 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*

«Лаборатория синтеза новых материалов»

- **Перваков К. С., Власенко В.А.**

Синтез и рост кристаллов новых ВТСП и квантовых материалов

Характеризация кристаллов новых ВТСП и квантовых материалов

Изготовление наноструктур

- **Массалимов Б.И., Шуплецов А.В., Мартанов С.**
- **Седов Е.А., Борисов А.Э.**

Изготовление наноструктур методами электронной литографии и фокусированного ионного пучка

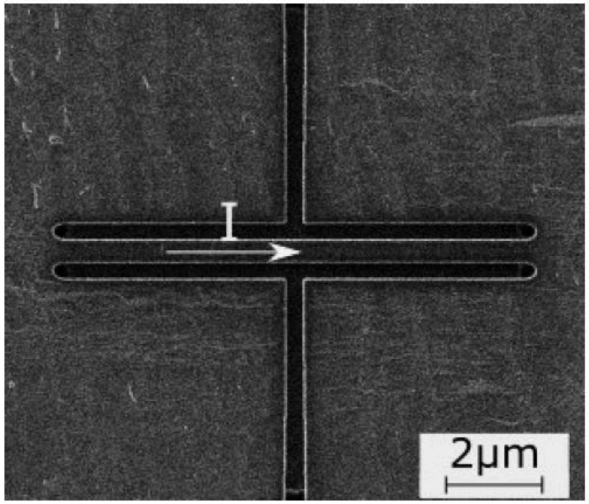


Figure 1. FIB-image of typical Bi_2Se_3 nanostructure.

Изготовление наноструктур

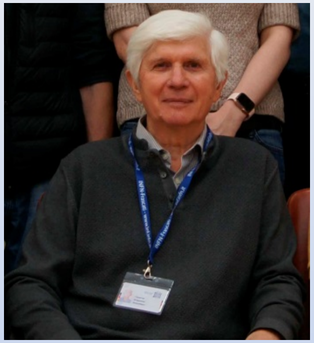
- **Варлашкин А.В.**, к.ф.-м.н., **Массалимов Б.И., Седов Е.А. Борисов А.Э.**

Методами оптической, электронной литографии и фокусированным ионным пучком

Панорама нескольких технологических установок в “чистой зоне” ISO-6

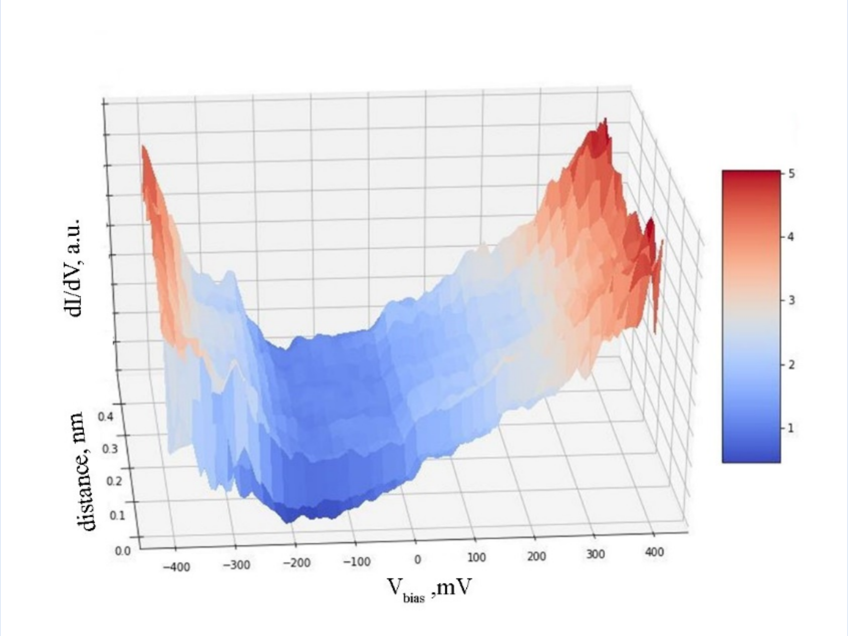
Лаборатория низкотемпературной СТМ/СТС

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



Сканирующая туннельная спектроскопия и микроскопия электронных состояний в сверхпроводниках, и квантовых материалах при сверхнизких температурах

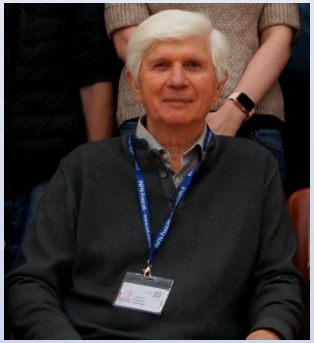
Установка   Unisoku USM-1300 (0.3K, 15Тесла)

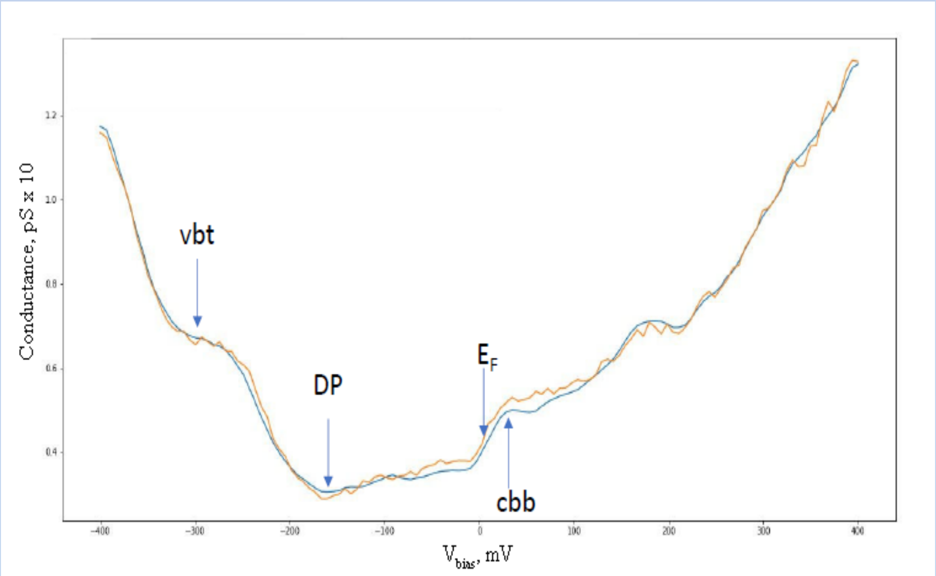


Лаборатория низкотемпературной СТМ/СТС

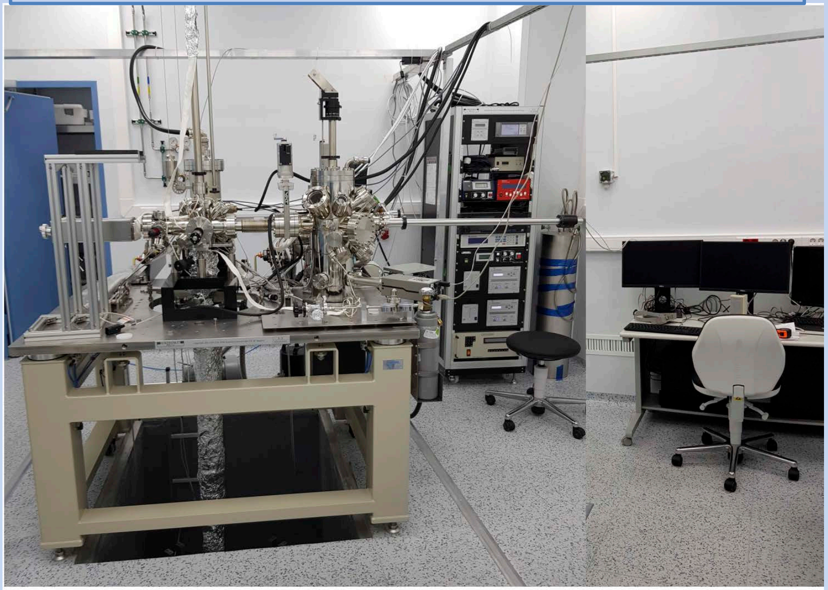
- ***Пудалов В.М.**, д.ф.-м.н.; ч.-к.РАН*
- ***Усольцев А.С.***

Сканирующая туннельная спектроскопия и микроскопия электронных состояний в сверхпроводниках, и квантовых материалах при сверхнизких температурах





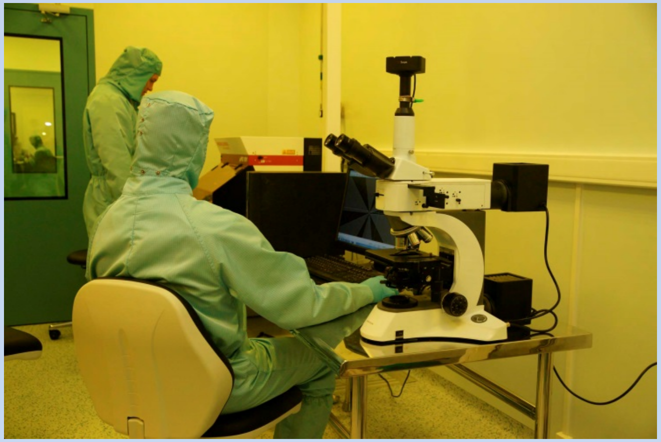
Установка Unisoku USM-1300
(0.3К, 15Тесла)



Лаборатория «Топологические изоляторы и ВдВ структуры»

- ***Кунцевич А. Ю.**, к.ф.-м.н.*

Сборка и исследование Ван-дер-Ваальсовских гетероструктур из топологических изоляторов и сверхпроводников



Лаборатория высокотемпературной сверхпроводимости в супергидридах

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

Исследования материалов и наноструктур в сильных полях и при МБ-давлениях

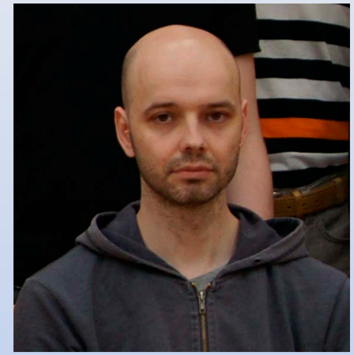
✓ намагниченность,
✓ магнитная восприимчивость,
✓ теплоемкость,
✓ критические поля,
✓ анизотропия крит. поля
✓ Анизотропия тензора магнитосопротивления

Установка CFMS-16

«Сверхпроводимоьсти при МБ давлениях»

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

Исследования новых ВТСП-материалов и наноструктур в сильных полях (16Т)



Superconductivity at 253 K in lanthanum-yttrium ternary hydrides

Dmitrii V. Semenok,[1,&,*] Ivan A. Troyan,[2,&] Alexander G. Kvashnin,[1,&,*] Michael Hanfland,[3] Andrey V. Sadakov,[4] Oleg A. Sobolevskiy,[4] Kirill Pervakov,[4] Vladimir M. Pudalov, Denis Karimov,[2] Alexander Vasiliev,[2,5] Anna G. Ivanova,[2] Alexander G. Gavriliuk,[2,6] Igor S. Lyubutin,[2] Ryosuke Akashi,[7] and Artem R. Oganov[1,8,9,*]

Anomalous high-temperature superconductivity in YH_6 @ 224K

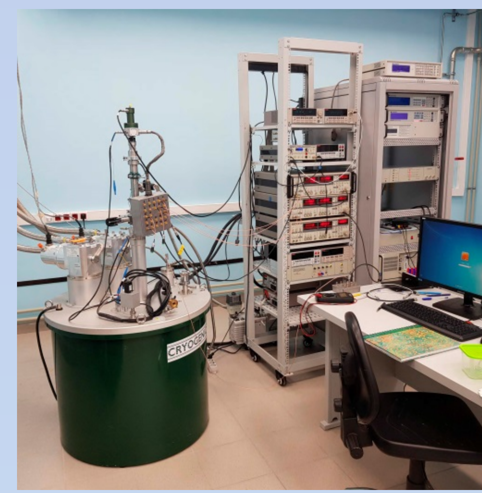
Ivan A. Troyan,[1,&] Dmitrii V. Semenok,[2,&,*] Alexander G. Kvashnin,[2,&,*] Andrey V. Sadakov,[3] Oleg A. Sobolevskiy,[3] Vladimir M. Pudalov,[3] Anna G. Ivanova,[1] Vitali B. Prakapenka,[4] Eran Greenberg,[4]

ELSEVIER

RESEARCH: Original Research

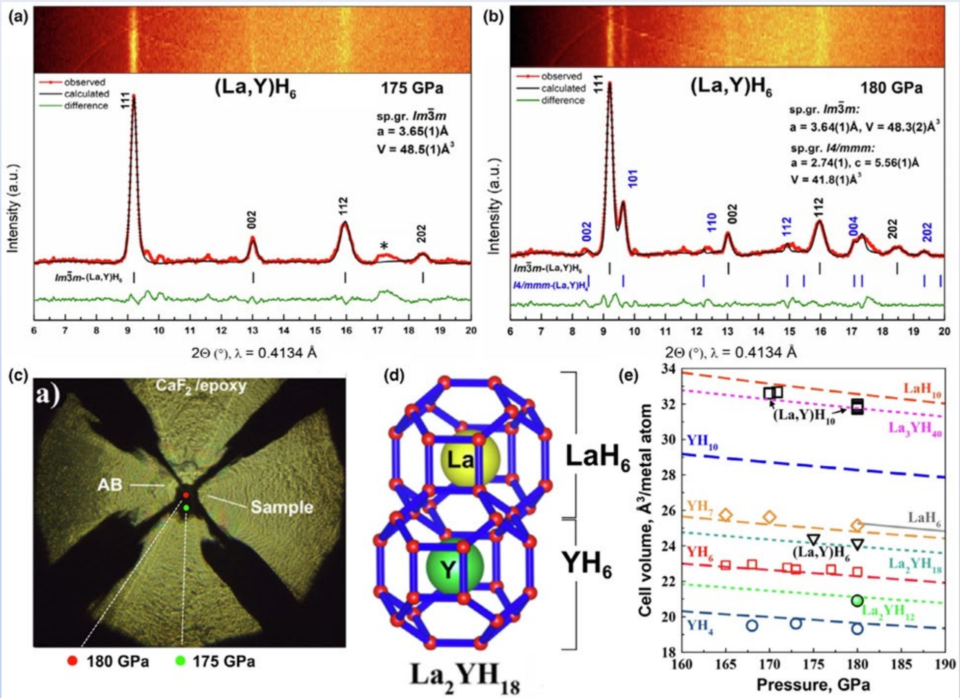
Superconductivity at 161 K in thorium hydride ThH_{10}: Synthesis and properties

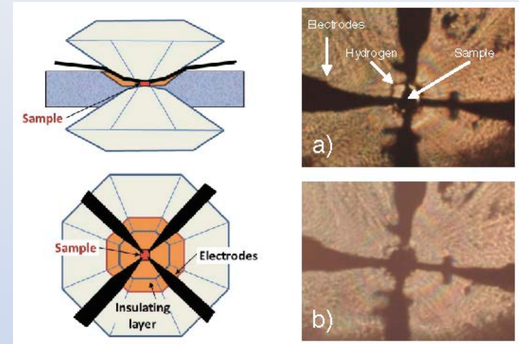
Dmitry V. Semenok [1,*,†], Alexander G. Kvashnin [1,2,†], Anna G. Ivanova [3], Volodymyr Svitlyk [4], Vyacheslav Yu. Fominski [5], Andrey V. Sadakov [6], Oleg A. Sobolevskiy [6], Vladimir M. Pudalov [6], Ivan A. Troyan [3], Artem R. Oganov [1,2,7,*]

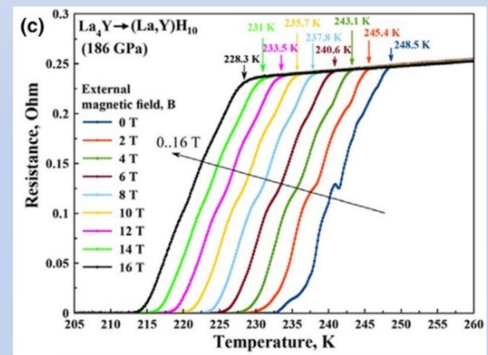


Установка CFMS-16

Высокотемпературная сверхпроводимость в гидридах

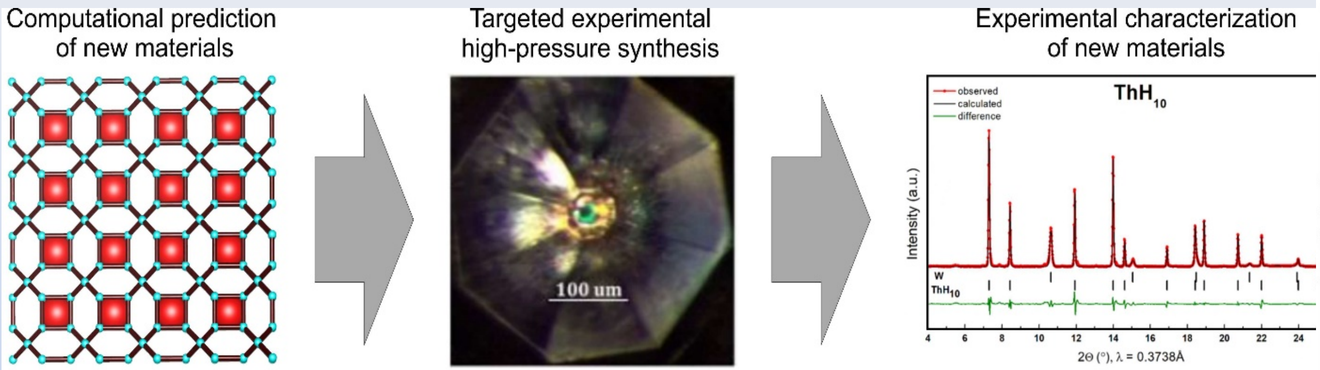


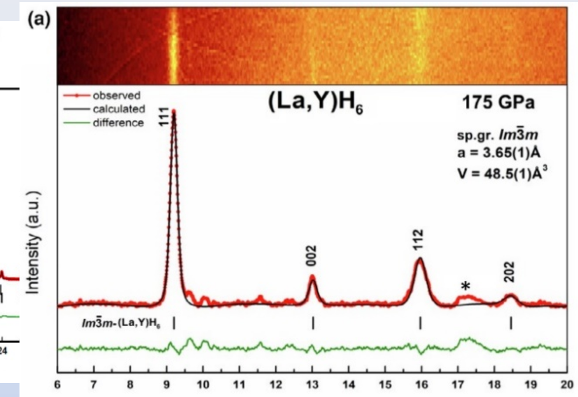


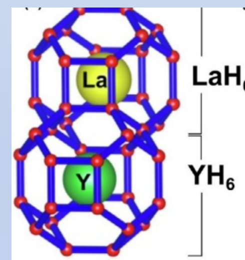


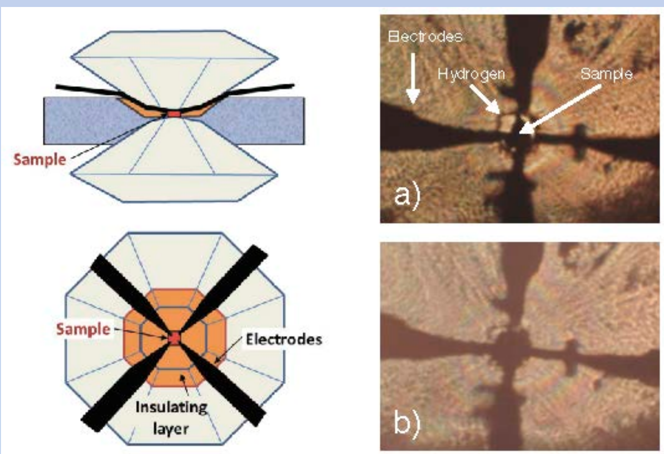
Обнаружена сверхпроводимость в LaYH10 с критической температурой -20 градусов С (P>1Mb). Данный результат не только является мировым рекордом, но и доказывает возможность создания сверхпроводников для работы при температурах вблизи комнатной!

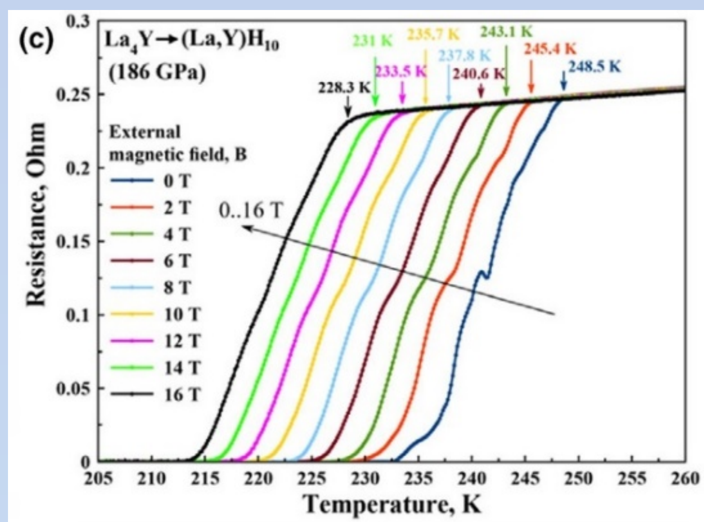
Высокотемпературная сверхпроводимость в гидридах

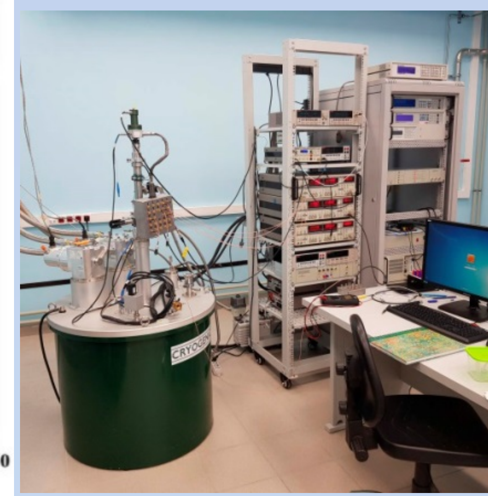












Лаборатория «Высоких давлений/сверхсильных полей»

- **Прудкогляд В.А.**, к.ф.м.н.

Физические свойства новых квантовых материалов и наноструктур в сверхсильных магнитных полях (**21Т**) , при давлениях до **30**kb и при температурах до **300мК**:

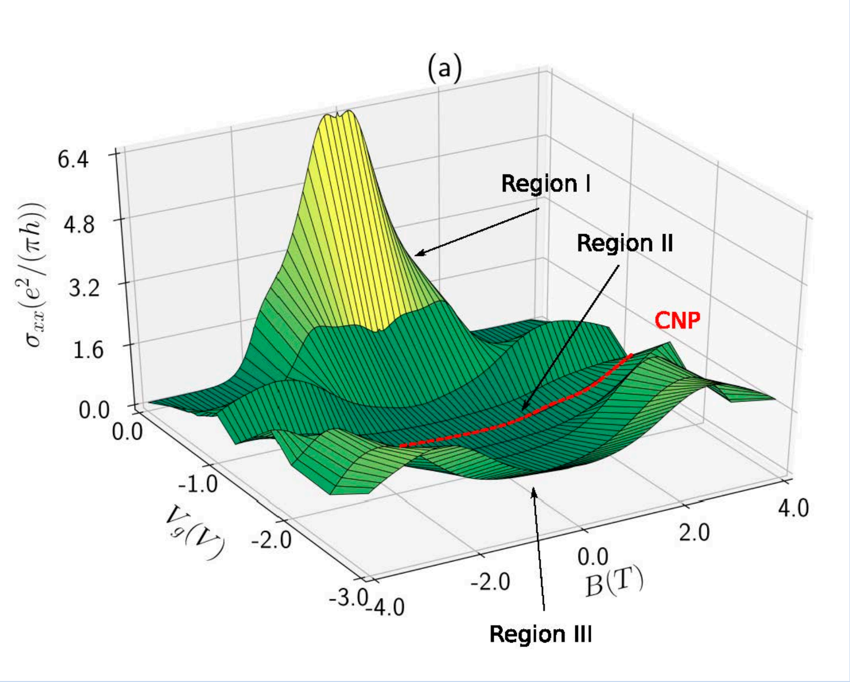
✓ Квантовые ямы 2D топологических изоляторов,
✓ Квазиодномерные органические кристаллы,
✓ Низкоразмерные кристаллы с упорядочением заряда и спина

Лаборатория «Высоких давлений/сверхсильных полей»

- **Прудкогляд В. А.**

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

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



«Криомагнитная Лаборатория»

- **Цветков А.Ю.**, к.ф.-м.н.
- **Гаврилкин С.Ю.**

Установка PPMS-9:

Поля до 9Т, температура до 0.4К

Термодинамика и транспорт в новых ВТСП материалах:

✓ критическое поле и его анизотропия,

✓ электронная теплоемкость,

✓ намагниченность,

✓ восприимчивость

✓ измерения магнитных свойств малых образцов с помощью СКВИД-магнитометров

«Криомагнитная Лаборатория»

- **Цветков А.Ю.**, к.ф.-м.н.
- **Гаврилкин С.Ю.**

Термодинамика и транспорт в новых ВТСП материалах:

✓ критическое поле и его анизотропия,

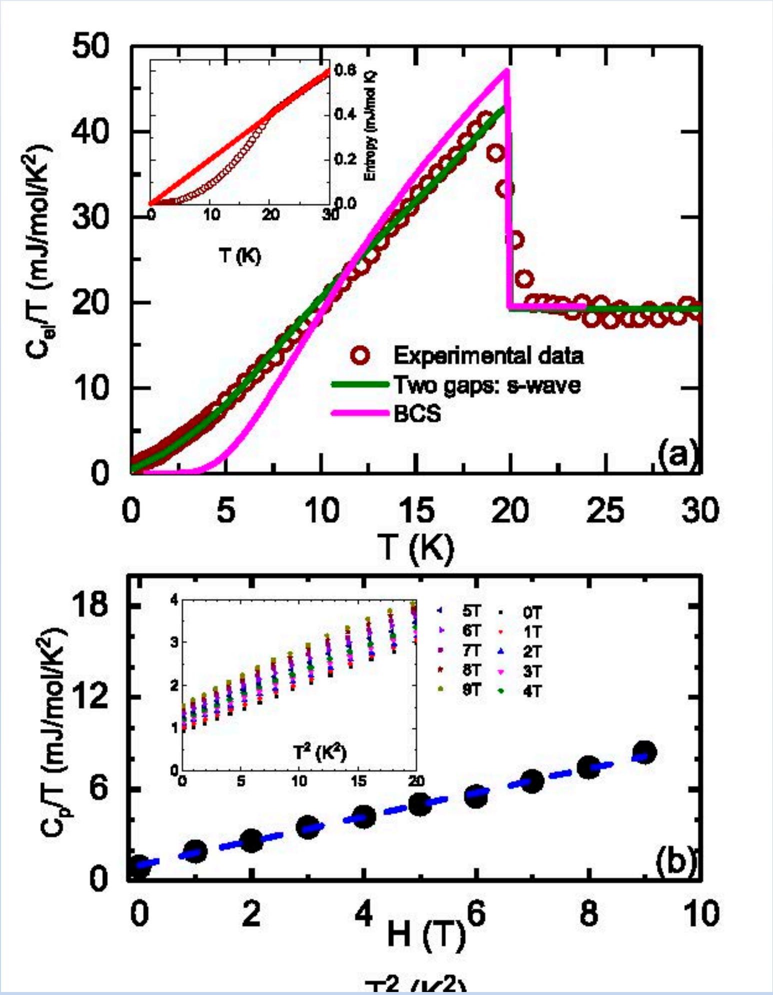
✓ электронная теплоемкость,

✓ намагниченность,

✓ восприимчивость

✓ измерения магнитных свойств малых образцов с помощью СКВИД-магнитометров,

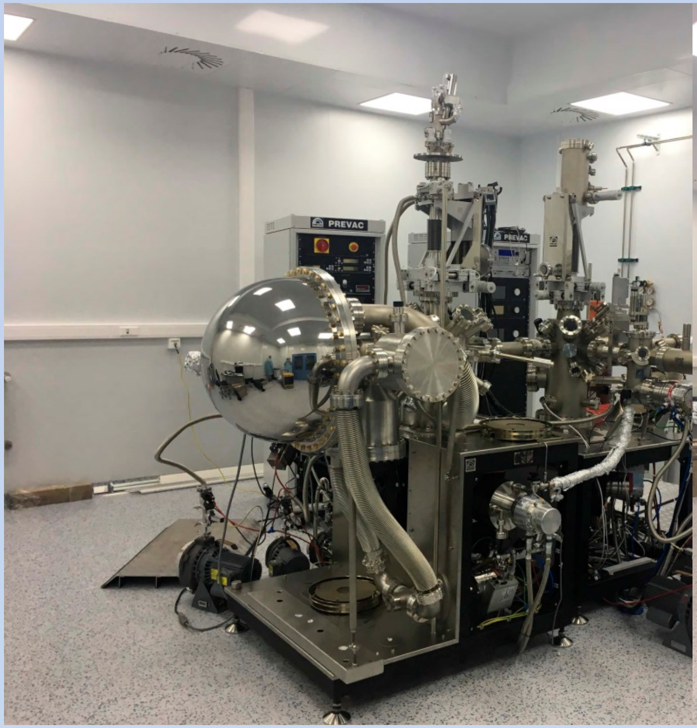
✓ анизотропия магнитопроволимости

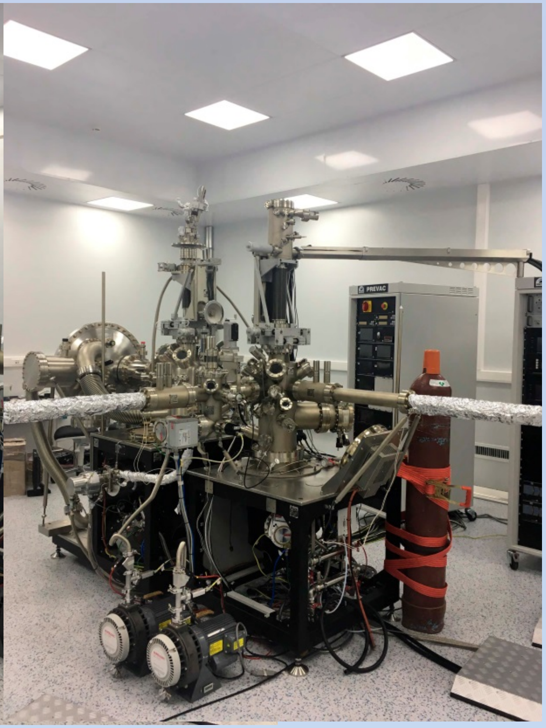


Лаборатории фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением «ARPES-Lab»

- **Безотосный П. И.,** к.ф.-м.н.
- **Дмитриева К.А.** (аспирант)

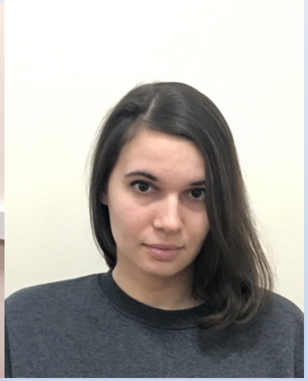
Измерение энергетического спектра электронов методом фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES).





Установка
Scienta R-4000
T=5K, hν=21, 42eV

Лаборатории фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением «ARPES-Lab»



- **Безотосный П. И.,** к.ф.-м.н.
- **Дмитриева К.А.** (аспирант)

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

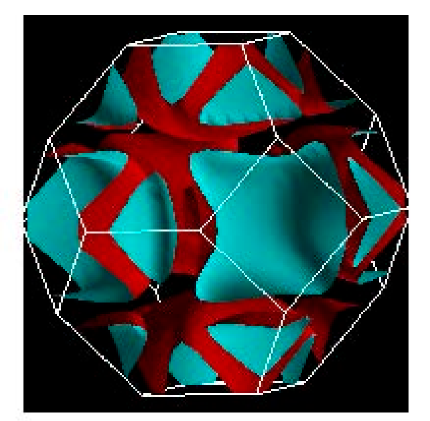
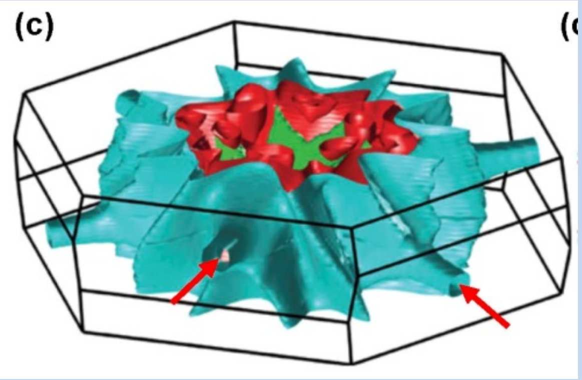
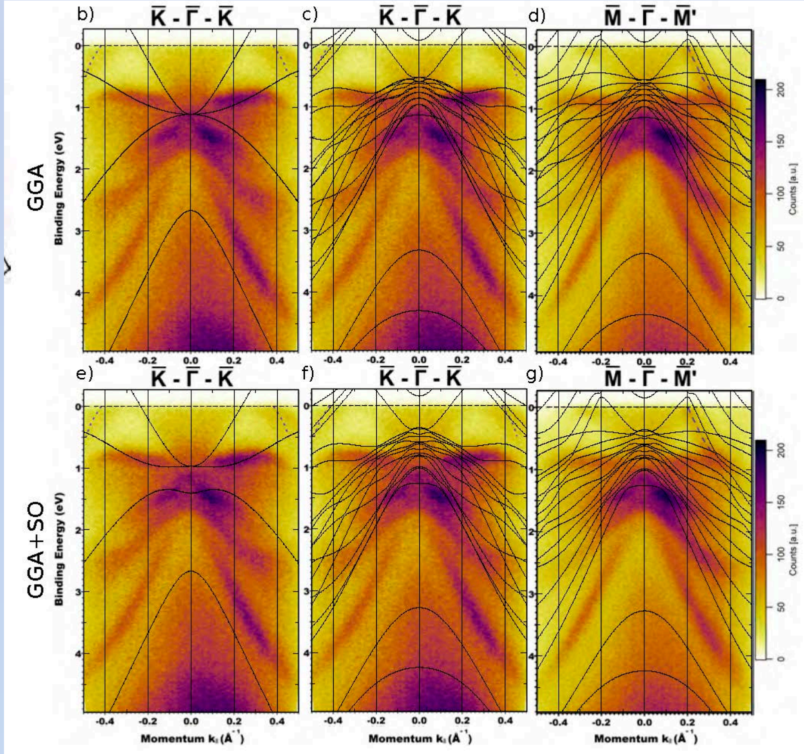


Figure 4. SnAs DFT/GGA calculated Fermi surface.



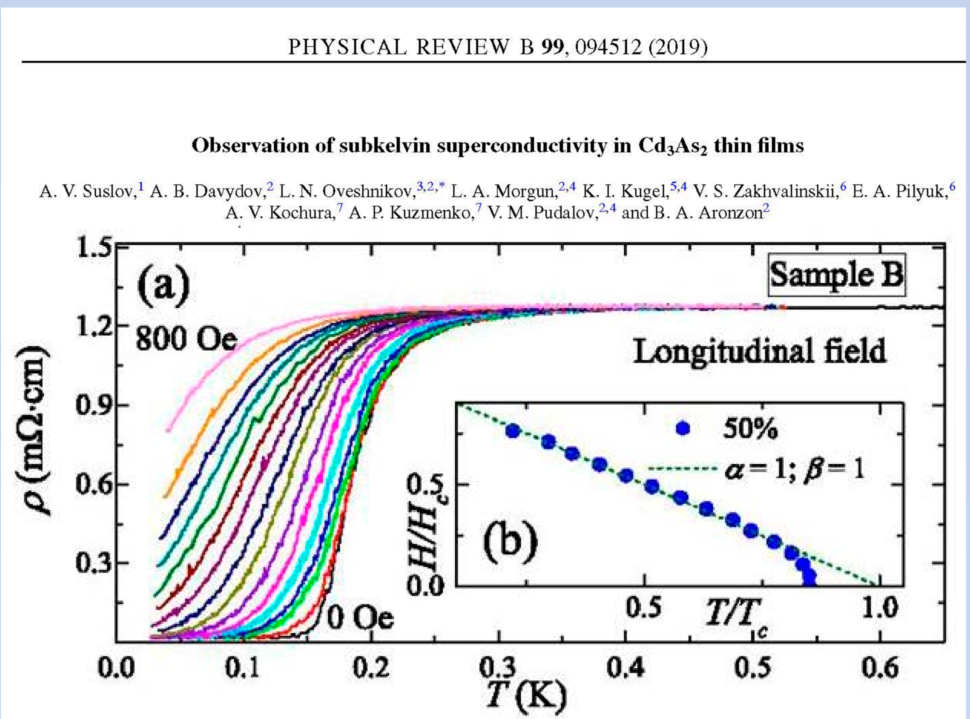


Изоэнергетические поверхности Ферми SnAs, Sn4As3 и зонная структура SnAs

«Лаборатория сверхнизких температур и СВЧ наноструктур»

- **Моргун Л.А., Борисов А. Э.**

Свойства квантовых материалов, сверхпроводников и наноструктур при сверхнизких температурах



PHYSICAL REVIEW B **99**, 094512 (2019)

Observation of subkelvin superconductivity in Cd_3As_2 thin films

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

Установка BF-250LD (температура 10мК)

«Лаборатория сверхнизких температур и СВЧ наноструктур»

- **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_3As_2 thin films

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

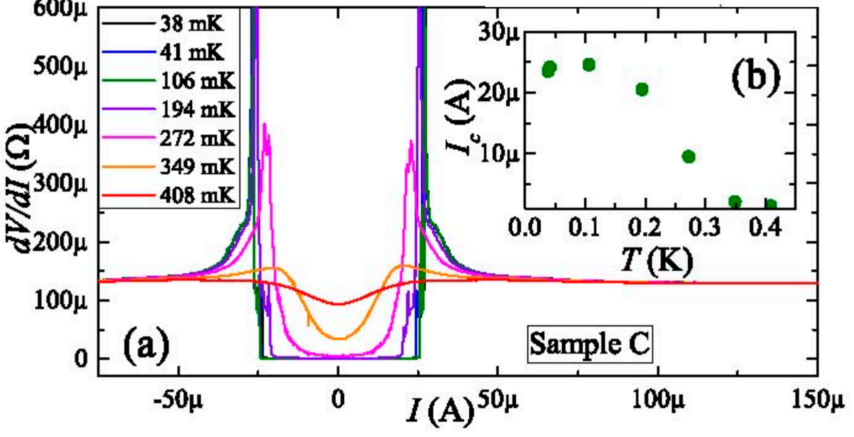


FIG. 4. (a) Differential resistance for sample C at various temperatures. (b) Corresponding temperature dependence of critical current I_c.

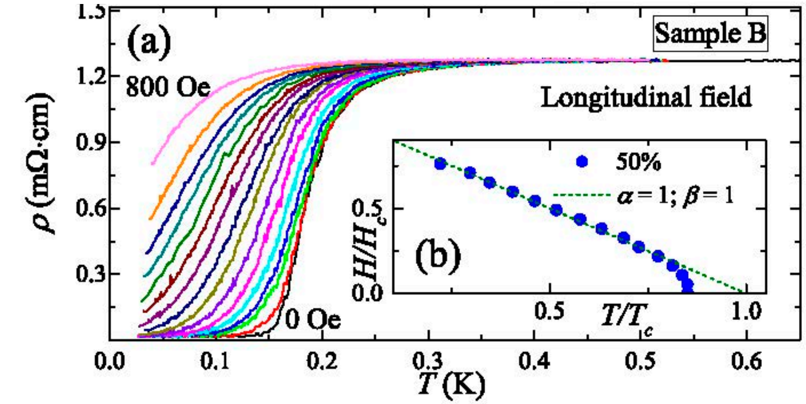


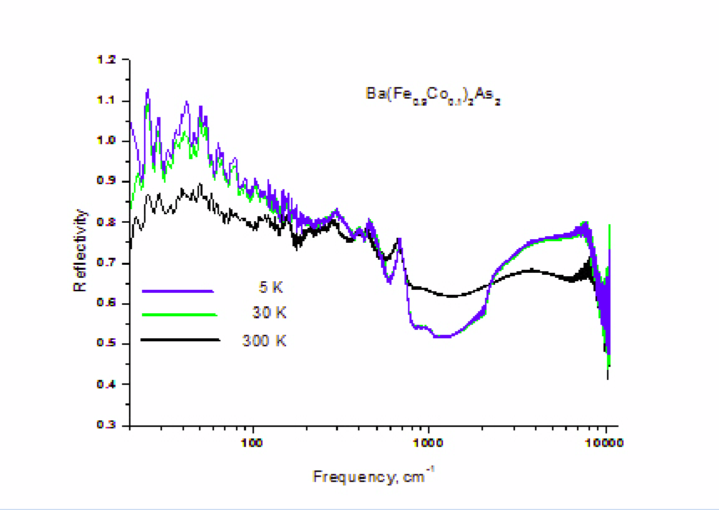
FIG. 3. (a) Temperature dependence of resistivity for sample B at various longitudinal magnetic fields. (b) Corresponding H_c-T_c diagrams for the SC transition (midpoint). Fitting of experimental data by Eq. (1) is shown by the dashed line.

Лаборатория ИК- и УФ- спектроскопии поверхности

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



Спектроскопия сверхпроводников и квантовых материалов в диапазоне 190нм -1мм



Лаборатория “андреевской” спектроскопии сверхпроводников

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

Андреевская спектроскопия новых сверхпроводников: определение структуры сверхпроводящего параметра порядка

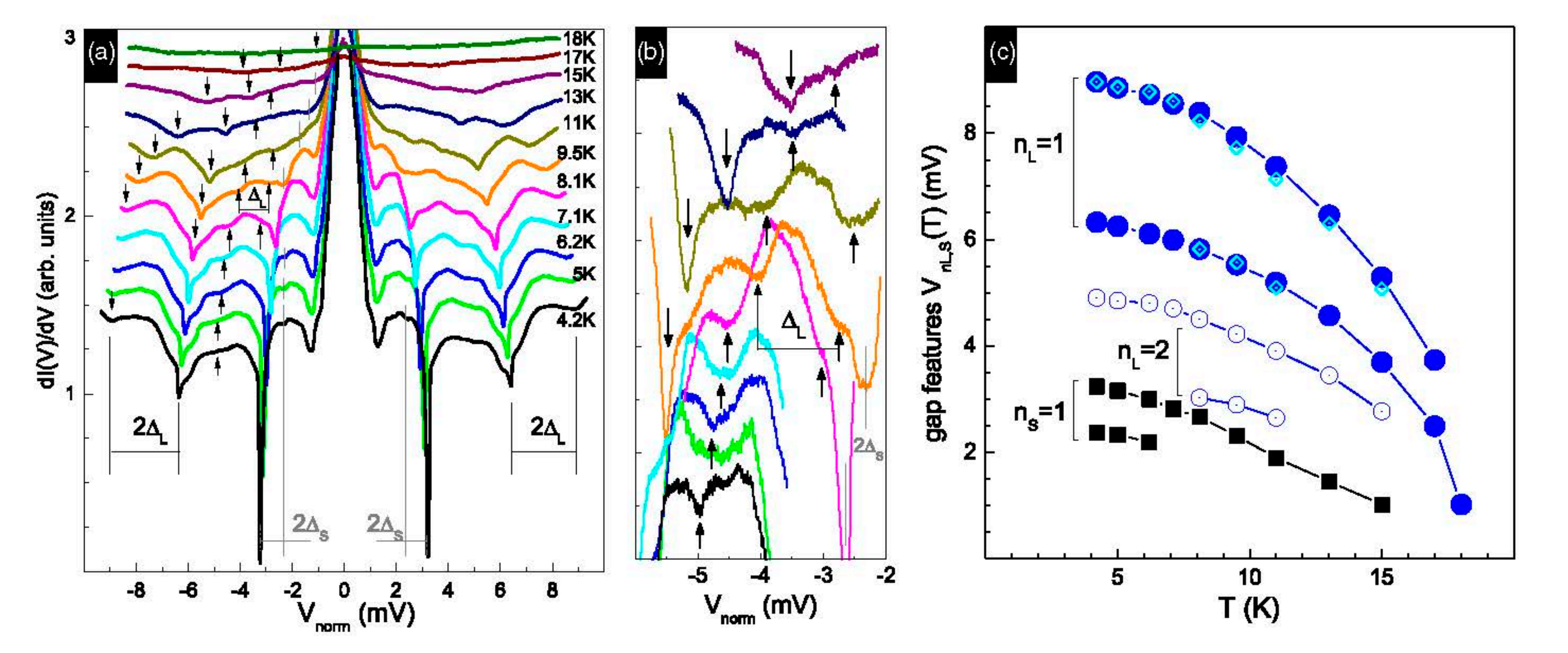


FIG. 2. (a) Normalized dynamic conductance spectrum of Andreev array measured at $T = 4.2–18$ K. The $dI(V)/dV$ curves are offset

Лаборатория “андреевской” спектроскопии сверхпроводников

- **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

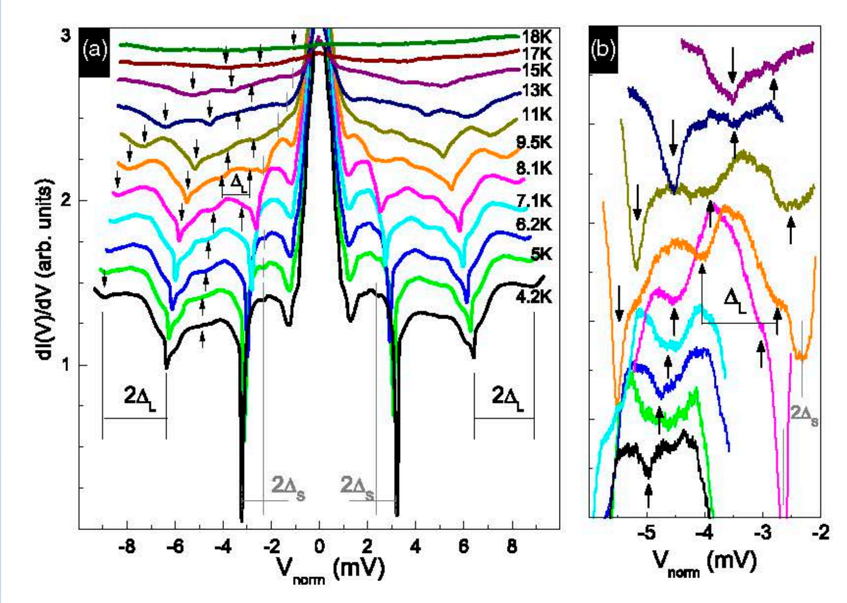
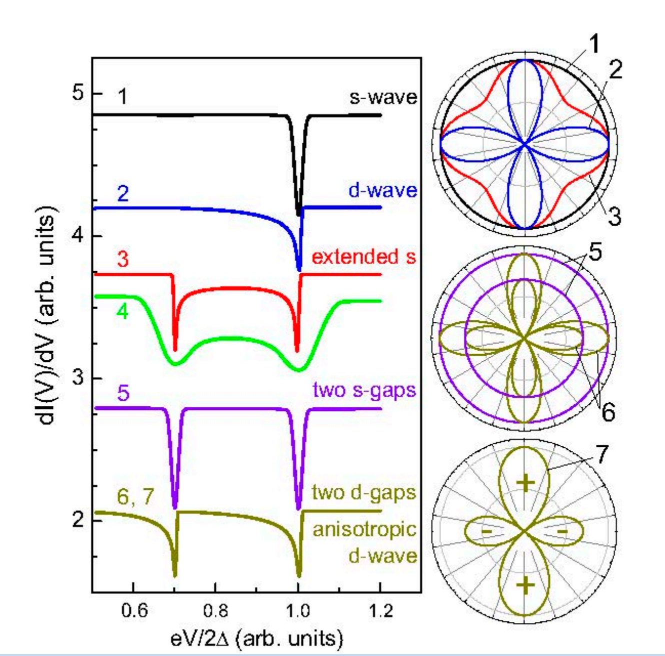


FIG. 2. (a) Normalized dynamic conductance spectrum of Andreev array meas

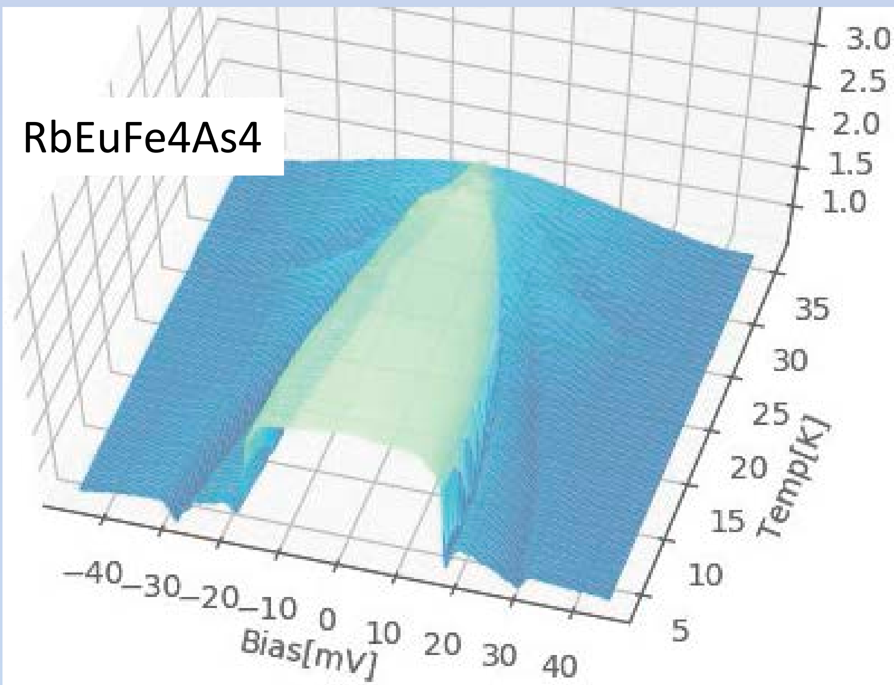


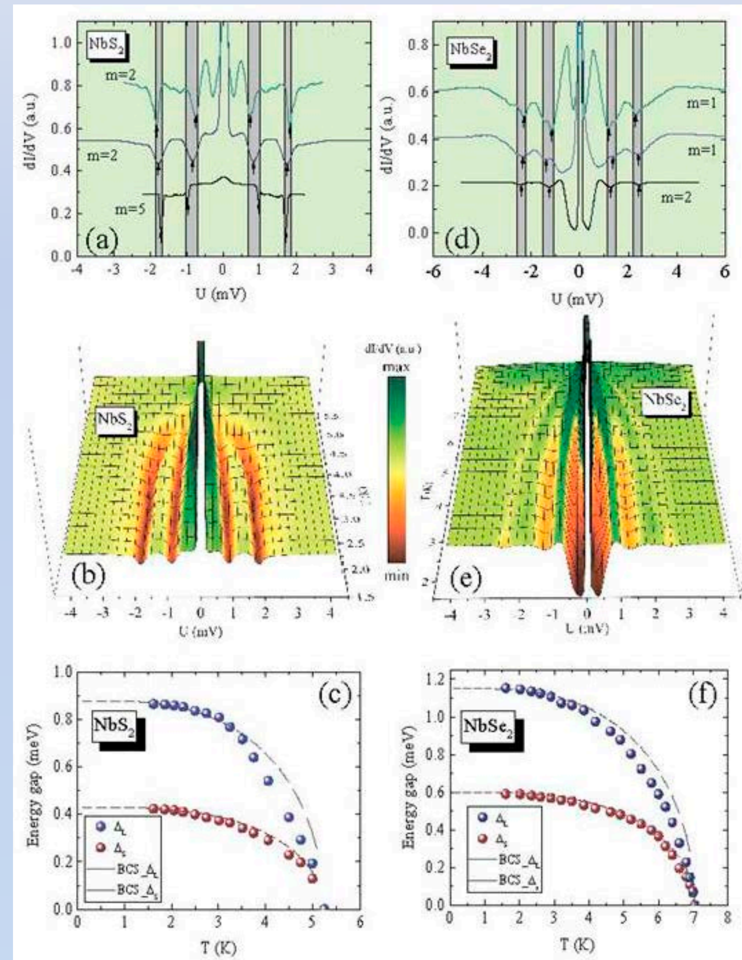
Лаборатория спектроскопии низкотемпературных сверхпроводников

- **Усольцев А.С.**

Андреевская спектроскопия низкотемпературных сверхпроводников:

Температура до 1,4К, поле до 4Т





“Горячие” научные темы:

- ✓ Сверхпроводимость в супергидридах (Tc > 273K)
- ✓ Эффект Мейсснера в СП супергидридах (в DAC!)
- ✓ Поиск и изучение фермионов Майорана (STM)
- ✓ СП в топологических изоляторах (TI)
- ✓ СП при нарушении R-, T- симметрии и т.п.
- ✓ Сборка и изучение наноструктур из монослоев
- ✓ Свойства гибридных наноструктур из СП и ТИ
- ✓ Фермионы Майорана на границе TI и СП

Что имеют студенты ОП, обучающиеся в Центре:

- ✓ **Надбавка за участие в проекте (10-30тр/мес)**
- ✓ **Авторы научной публикации получают еще <u>ежемесячную</u> надбавку к з/п** (20 -40тр/мес, зависит от уровня и кол-ва публикаций)
- ✓ **Аспирантура ФИАН**
- ✓ **Трудоустройство в Центре, начиная с 5-8 семестра**
- ✓ **Жилищные сертификаты молодым к.н.**
- ✓ **Бронь как сотруднику ФИАН**
- ✓ **Работа в коллективах мирового уровня**
- ✓ **Опыт работы с самой современной техникой**
- ✓ **Стажировки, поездки в зарубежные лаборатории**
- ✓ **Поездки на научные конференции**

Текущее сотрудничество и стажировки:

- IFW, Dresden, Германия
- Lancaster University (Англия)
- Advanced Light Source, Didcot (Англия)
- Yale University (США)

Что нужно для того, чтобы попасть на нашу ОП

Желательно:

- **Посещать наши лекции «Горизонты физики»**
- **Побывать на экскурсии в лабораториях**
- **Попробовать поработать (в каникулы) в одной из лабораторий и поучаствовать в экспериментах**

Необходимо:

- **Иметь желание и способности к работе руками и головой**
- **Ознакомиться с направлениями исследований (gc.lebedev.ru) и выбрать желаемое(ые)**
- **Пройти собеседование с руководителем лаборатории**

Вместо того, чтобы слушать, лучше посмотреть глазами и поработать руками в современных научных Лабораториях мирового уровня

Настоятельно рекомендуем студентам:

- ✓ Экскурсия в лаборатории Центра (по запросу)
- ✓ Практика в лабораториях Центра в каникулы

Запись на экскурсию и практику:

Моргун Леонид Александрович

+7(499)132-69-07, 64-85

morgun@lebedev.ru

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://gc.lebedev.ru/

Руководитель: В.М. Пудалов, чл.-кор. РАН
pudalov@lebedev.ru, 7(499)132-67-80
https://sites.lebedev.ru/ru/pudalov/