



Физический факультет УрГУ



Кафедра физики конденсированного состояния

Год основания – **1947**

Заведующий кафедрой: доктор физ.-мат. наук **Н.В. Баранов**

**Фундаментальное образование в области физического
материаловедения**

Специализации: 1. физика конденсированного состояния;

2. физическое материаловедение (совместно с
кафедрой магнетизма и магнитных наноматериалов на базе
Института физики металлов УрО РАН)

В составе кафедры 3 доктора и 5 кандидатов физ. мат. наук

<http://www.physics.usu.ru/kfks/>

Спецкурсы

Для

бакалавров

- Кристаллофизика
- Введение в рентгеноструктурный анализ
- Физическое материаловедение
- Дефекты атомной структуры твердых тел
- Введение в физику конденсированного состояния
- Теория и методы структурного анализа
- Нейтронные и рентгеновские методы исследования наноматериалов
- Решение прикладных задач на ЭВМ
- Термодинамика химических превращений в твердых телах
- Физические методы исследования свойств твердых тел
- Физические свойства реальных кристаллов

Для

специалистов
Физика конденсированного состояния

- Магнитные свойства твердых тел.
- Физика поверхности
- Прикладные задачи структурного анализа
- Современные проблемы физики транспортных свойств твердых тел
- Перспективные материалы современной техники

Физическое материаловедение

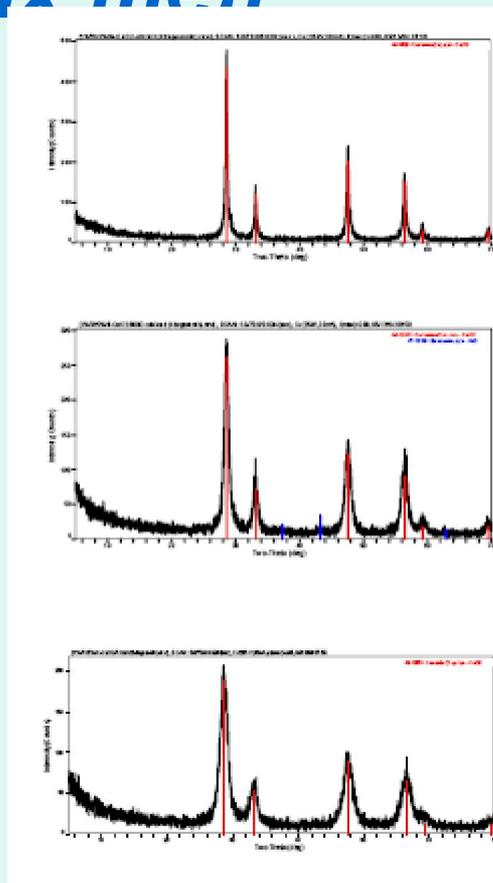
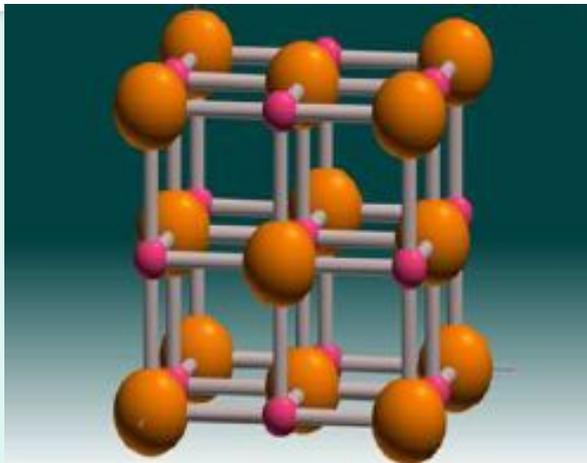
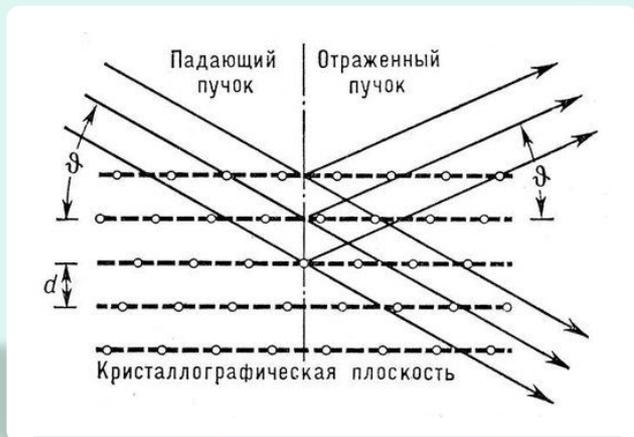
- Физика низкоразмерных систем
- Новые функциональные и конструкционные материалы
- Кинетические явления в конденсированных средах
- Современные методы структурно-фазового анализа
- Физико-химия неорганических материалов

Научная работа

Основные направления

- *Исследование атомной структуры твердых тел;*
- *Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;*
- *Физические свойства соединений со слоистой структурой;*
- *Механизмы разрушения металлов и сплавов;*
- *Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.*

Исследование атомной структуры твердых тел



Уменьшение
размера
частиц



- **Исследование атомной структуры твердых тел;**
- **Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;**
- **Физические свойства соединений со слоистой структурой;**
- **Механизмы разрушения металлов и сплавов;**
- **Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.**

Рентгеновский дифрактометр Bruker D8 ADVANCE

Диапазон температур:
от -190 °С до 1600 °С

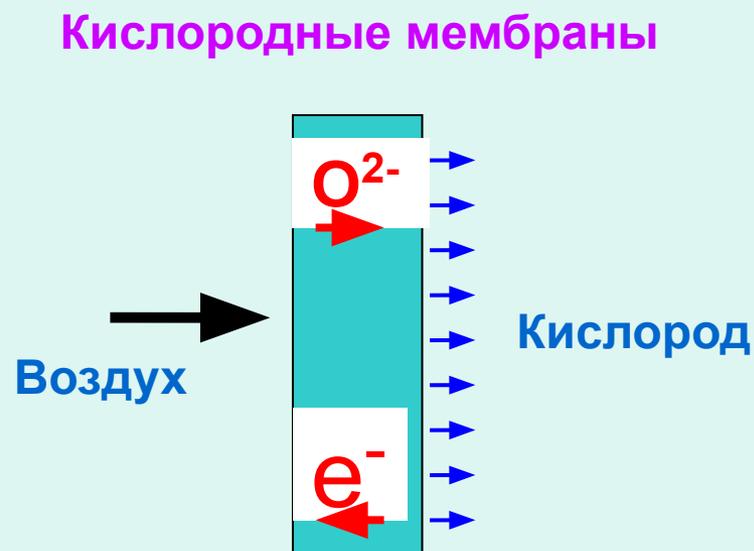
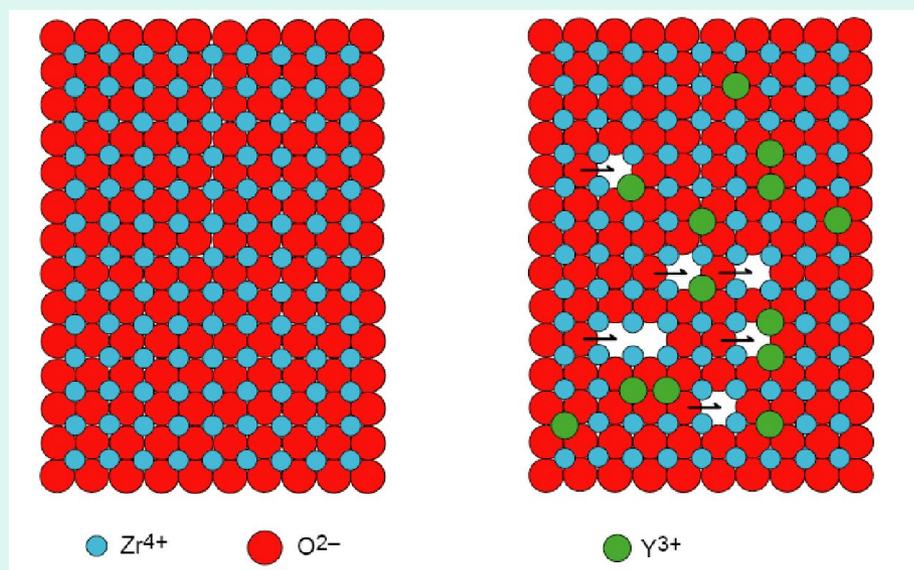
Позволяет изучать:

- фазовый состав,
- атомную структуру,
- напряжения в материале,
- структурные превращения,
- текстуру,
- размер частиц (включая наночастицы)
- толщину слоев слоистых материалов

- **Исследование атомной структуры твердых тел;**
- Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;
- Физические свойства соединений со слоистой структурой;
- Механизмы разрушения металлов и сплавов;
- Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.

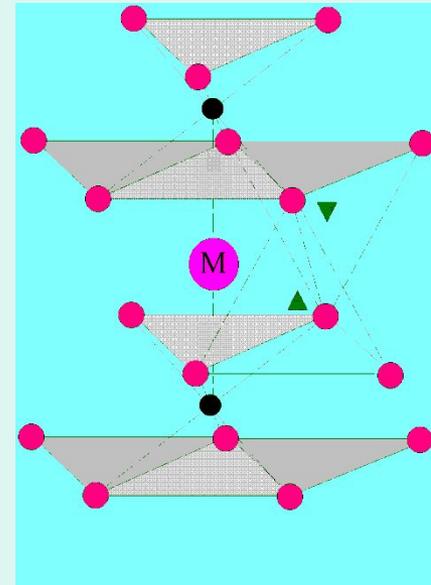
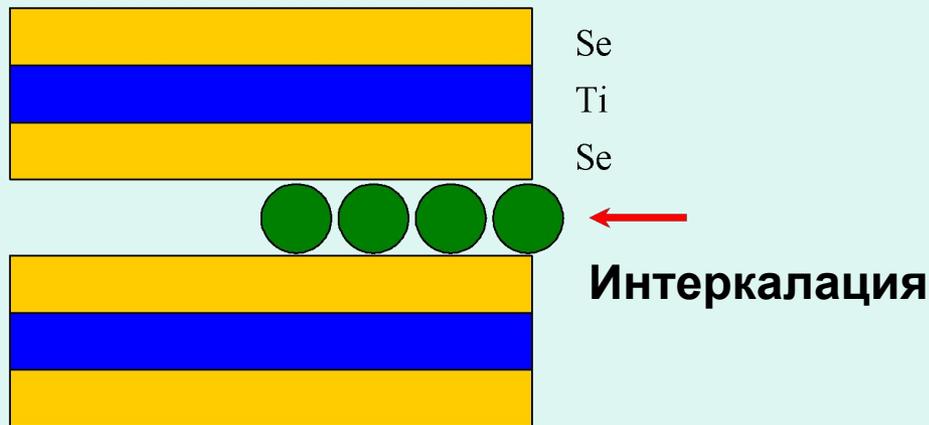


Кинетические явления в сложных системах. Исследование и разработка мембранных материалов и твердых электролитов



- *Исследование атомной структуры твердых тел;*
- **Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;**
- *Физические свойства соединений со слоистой структурой;*
- *Механизмы разрушения металлов и сплавов;*
- *Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.*

Наноструктуры на основе слоистых дихалькогенидов переходных металлов



- *Исследование атомной структуры твердых тел;*
- *Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;*
- **Физические свойства соединений со слоистой структурой;**
- *Механизмы разрушения металлов и сплавов;*
- *Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.*

Интеркалаты M_xTX_2

M - щелочные, щелочноземельные, благородные, переходные и редкоземельные металлы, органические молекулы

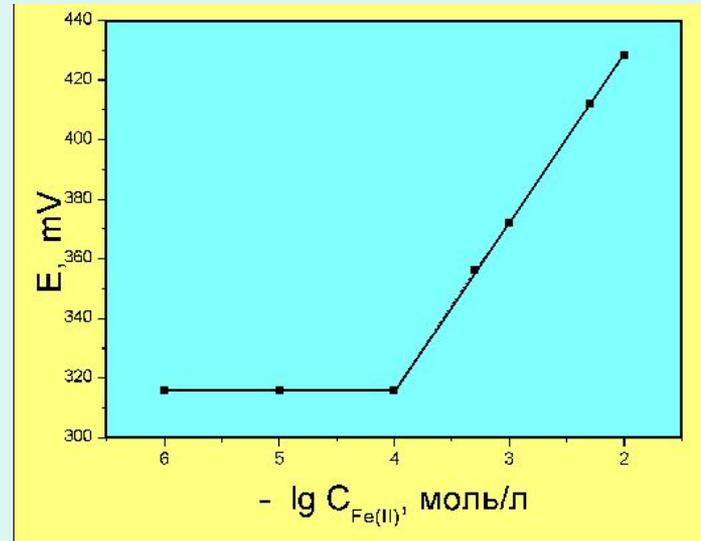
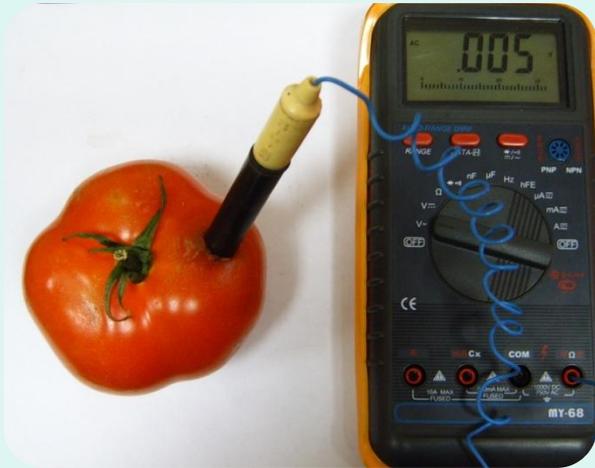
T – переходный металл

Применение:

- Li_xTiX_2 - использование в химических источниках тока, твердотельных аккумуляторах;
- M_xTiSe_2 - ионселективные электроды для химического экспресс-анализа технологических сред.
- M_xTX_2 – магнитные среды с различным характером магнитного упорядочения
- Исследование атомной структуры твердых тел;
- Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;
- **Физические свойства соединений со слоистой структурой;**
- Механизмы разрушения металлов и сплавов;
- Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.

Уникальные ионселективные электроды для экспресс-химанализа.

патент РФ № 2226687 «Состав мембраны ИСЭ», (А.Н. Титов, Т.В. Великанова)



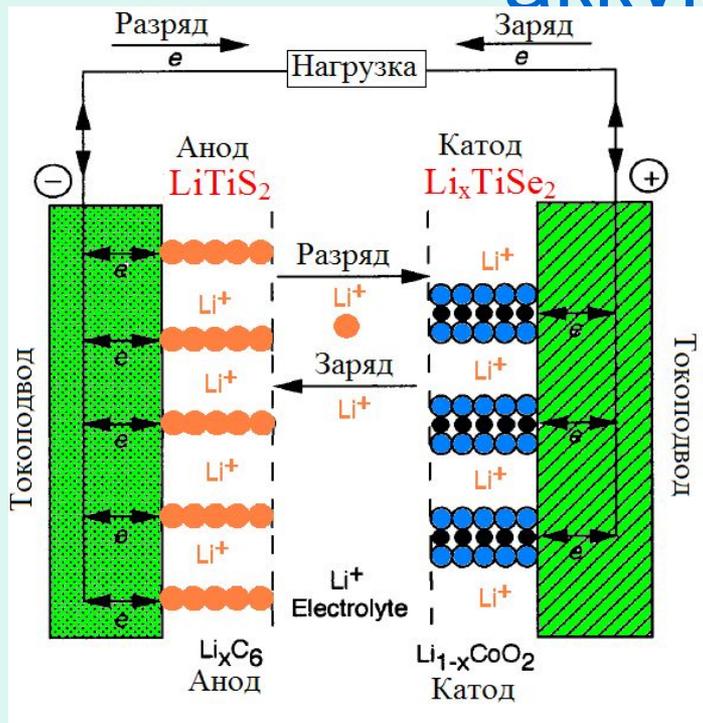
- Единственные в мире электроды для определения содержания Co(II) и Cr(III) .

- Электрод для определения Pb(II) с рекордной селективностью и устойчивостью к посторонним веществам

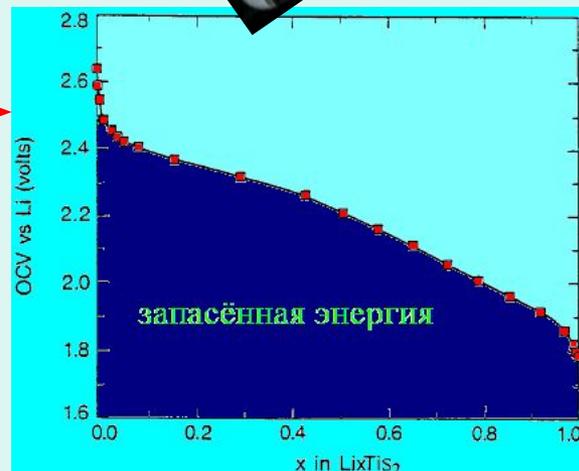
Зависимость потенциала ионоселективного электрода с $\text{Fe}_{0,15}\text{TiSe}_2$ в качестве активного элемента в присутствии мешающей примеси Ni (10^{-2} моль/литр).

- *Исследование атомной структуры твердых тел;*
- *Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;*
- **Физические свойства соединений со слоистой структурой;**
- *Механизмы разрушения металлов и сплавов;*
- *Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.*

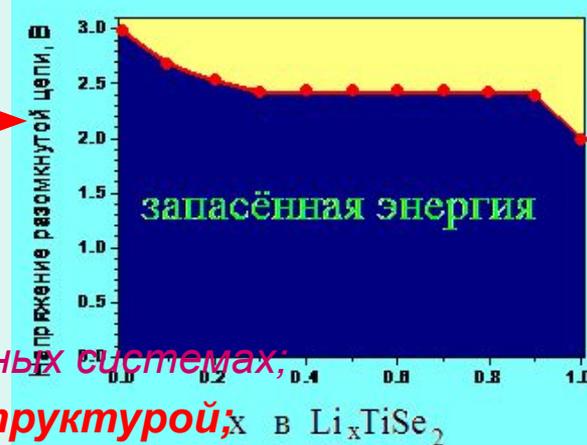
Интеркалаты в литиевых аккумуляторах



Зависимость ЭДС от глубины разряда наиболее популярной батареи на основе системы Li-TiS₂



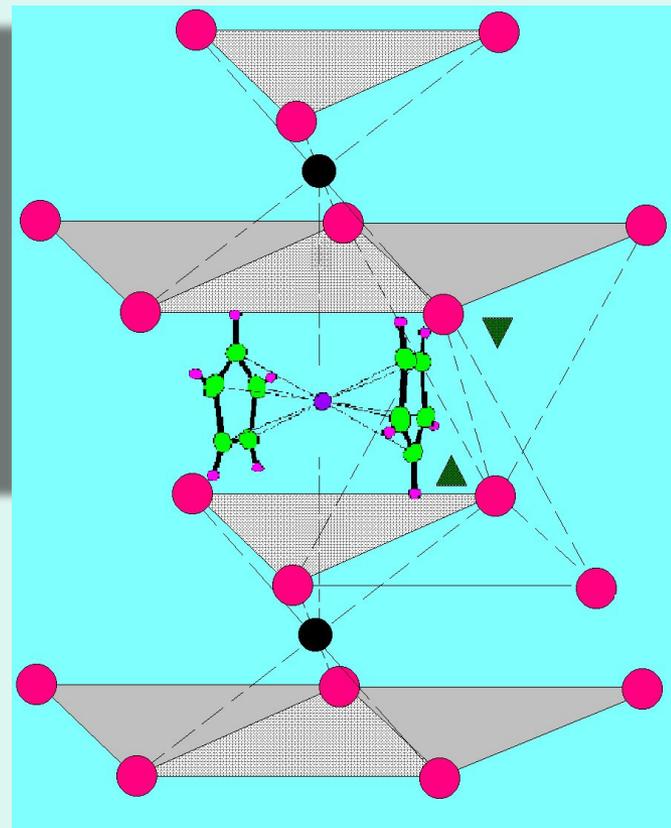
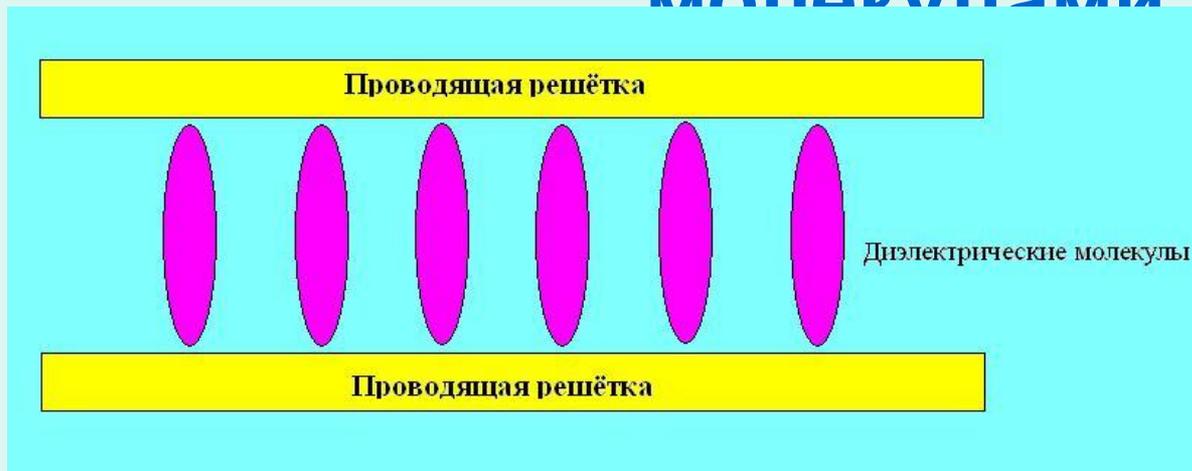
То же самое для разработанной нами батареи на основе системы Li-TiSe₂



Принципиальная схема литиевого аккумулятора

- Исследования атомной структуры твердых тел;
- Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;
- **Физические свойства соединений со слоистой структурой**, x в Li_xTiSe_2 ;
- Механизмы разрушения металлов и сплавов;
- Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.

Интеркалаты с органическими молекулами



- Материалы могут использоваться для создания электронных устройств.
- Молекулы металлоценов, помещённые в межслоевое пространство (справа), вращаются вокруг поперечной оси. Ниже определённой температуры (порядка 100 К) вращение замораживается.

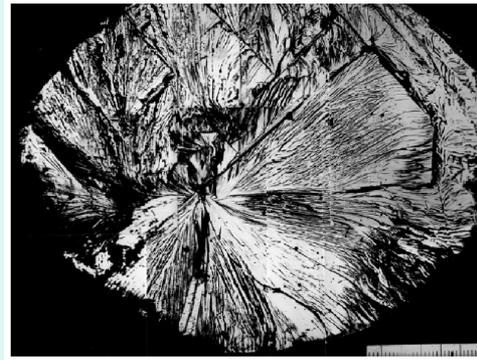
- *Исследование атомной структуры твердых тел;*
- *Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;*
- **Физические свойства соединений со слоистой структурой;**
- *Механизмы разрушения металлов и сплавов;*
- *Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.*

Механизмы разрушения твердых тел

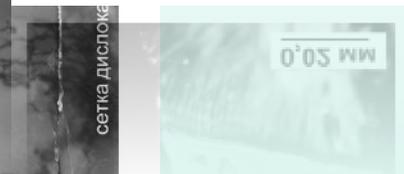


Испытательная машина AG-50kNXD (Shimadzu, Япония) для проведения аттестации механических свойств

- *Исследование атомной структуры твердых тел;*
- *Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;*
- *Физические свойства соединений со слоистой структурой;*
- **Механизмы разрушения металлов и сплавов;**
- *Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.*



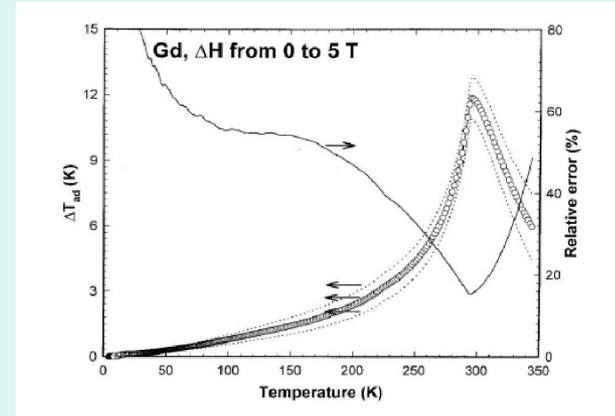
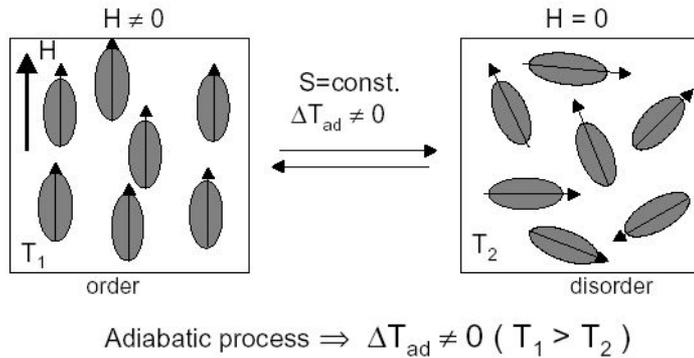
а



Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков

Охлаждение при адиабатическом размагничивании

Магнитокалорический эффект



Разработка материалов для магнитных рефрижераторов

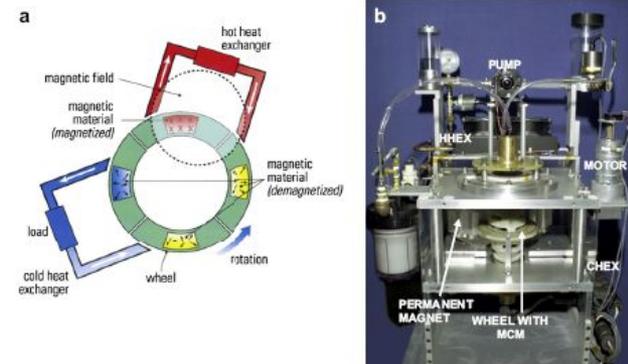


Fig. 6 – Astronautics Corporation of America laboratory prototype permanent magnet, rotating bed magnetic refrigerator (RBMR): (a) schematic and (b) photograph (Zimm, 2003; Zimm et al., 2003, 2006, 2007).

- *Исследование атомной структуры твердых тел;*
- *Явления переноса через межфазные границы в сложных системах;*
- *Физические свойства соединений со слоистой структурой;*
- *Механизмы разрушения металлов и сплавов;*
- **Фазовые превращения, кинетические и тепловые свойства магнетиков.**

Уникальный измерительный комплекс DMS-1000 (Dryogenic, UK)



Диапазон температур: от 0.1 К до 300 К
Магнитное поле: до 12 Тл

Без использования жидких

хладагентов! Измерения:

- электросопротивления (4-зондовый метод)
- магнетосопротивления
- постоянной Холла
- магнитной восприимчивости в переменном поле
- теплоёмкости



Наши партнеры

Институты Уральского отделения Российской Академии наук:

- **Институт физики металлов**
- **Институт высокотемпературной электрохимии**
- **Институт металлургии**
- **Институт химии твердого тела**

Совместные исследования:

- **Институт Пауля Шеррера (Швейцария)**
- **Университет г. Оснабрюка (Германия)**
- **Венский технический университет (Австрия),**
- **Университет Хиросимы (Япония),**
- **Гельмгольц-Центрум-Берлин (Германия);**
- **Институт исследований атомной энергии (Корея)**
- **Синхротрон ELETTRA (Италия)**

Где работают выпускники ?

- Академические институты;
- Отраслевые институты, наукоемкие производства;
- Предприятия металлургического и машиностроительного профиля;
- Вузы;
- Зарубежные научные центры.