

Министерство образования Российской Федерации  
Южный Федеральный университет  
Физический факультет  
Кафедра физики твердого тела

# Бакалаврская квалификационная работа

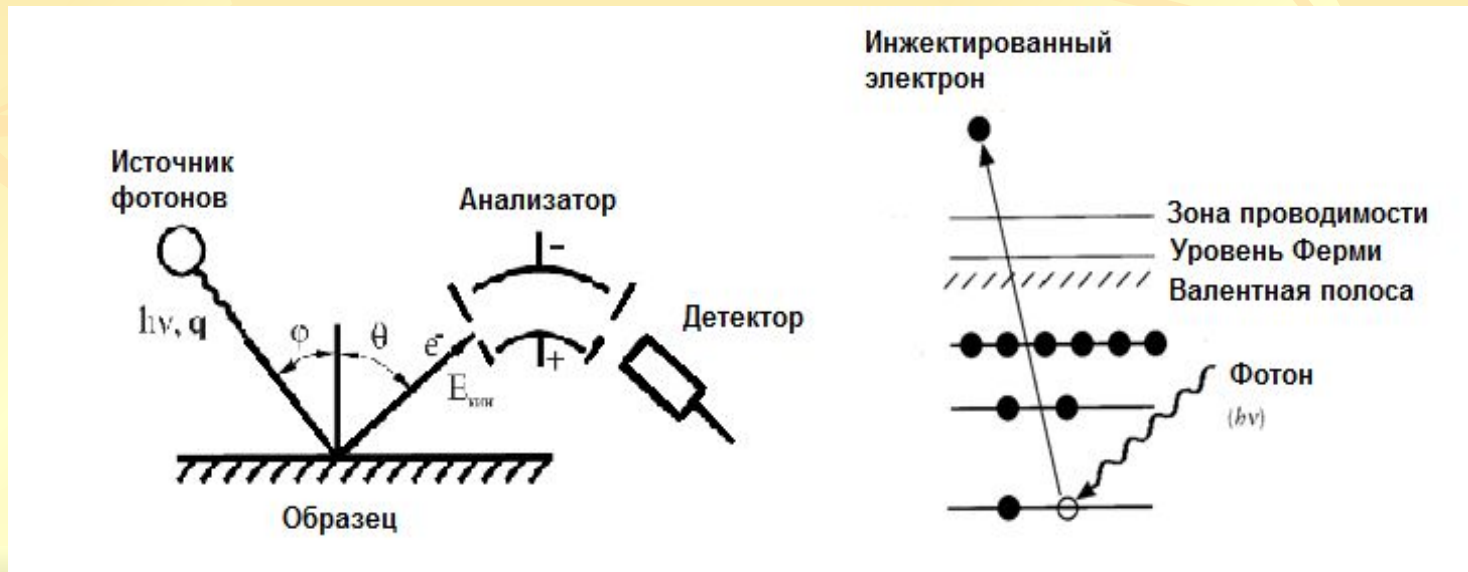
«Электронное строение монокристаллического  $\text{GdMn}_2\text{O}_5$  по данным рентгеноэлектронных спектров».

Выполнила:  
студентка 4к 1гр  
Островерхова М.А

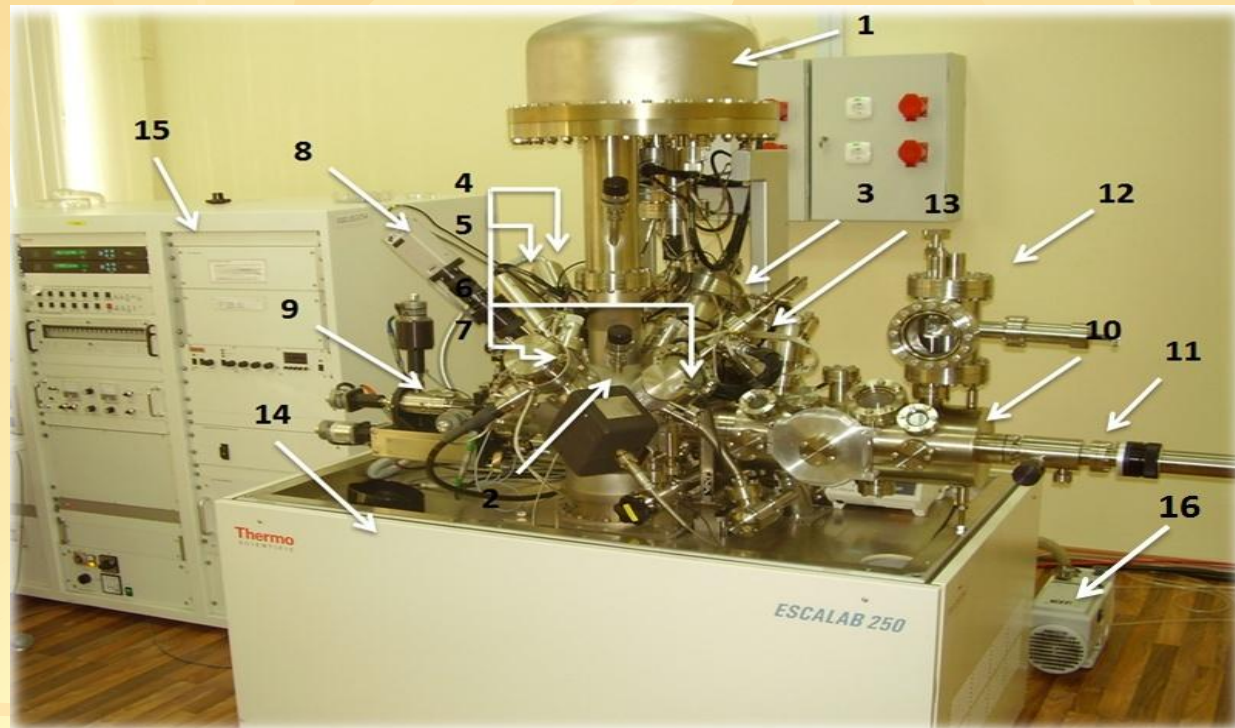
Ростов-на-Дону  
2010  
г.

# Теоретические основы метода РФЭС

- Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия основана на измерении кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых с различных энергетических уровней атомов, при облучении вещества потоком низкоэнергетического рентгеновского излучения. Принципиальная схема метода и экспериментальной установки приведена на рисунке. Ниже рассмотрим экспериментальную установку для анализа поверхности твердых тел на примере фотоэлектронного микронзонда ESCALAB 250.



# Фотоэлектронный микроскоп ESCALAB 250.



На рисунке цифрами показаны основные части прибора, где: 1- энергоанализатор, 2- аналитическая камера, 3-система монохроматора, 4-обычная рентгеновская трубка с двойным анодом ( $AlK\alpha/MgK\alpha$ ), 5- детектор вторичных электронов, 6 - источник ультрафиолетового излучения, 7- электронная пушка FEG1000 с ионным насосом, 8 - CCD камера для оптического наблюдения за образцами, 9 - пятиосный манипулятор, 10-камера подготовки образца, 11- механизм передачи образца из камеры подготовки в аналитическую камеру, 12 - система для скола образца в вакууме, 13 - ионная пушка EX05, 14 – стол, внутри которого расположены турбомолекулярные, титановый сублимационный насосы и система разводки воды, 15 - электронная стойка управления прибора, 16 - форвакуумные насосы "Edwards".

- ESCALAB 250 состоит из двух камер: камеры подготовки образца и камеры анализатора. Разложение электронного потока в спектр осуществляется при помощи полусферического энергоанализатора.
- Сверхвысокий вакуум в системе достигается трехступенчатой системой откачки.
- Камера подготовки образца оснащена ионной пушкой для "грубой" очистки поверхности образцов до начала измерений. В качестве ионов нейтрального газа для бомбардировки поверхности используется Ar.
- Монохроматический источник рентгеновского излучения состоит из двух главных компонент:
  - 1) Источник рентгеновского излучения
  - 2) Кристалл - монохроматор

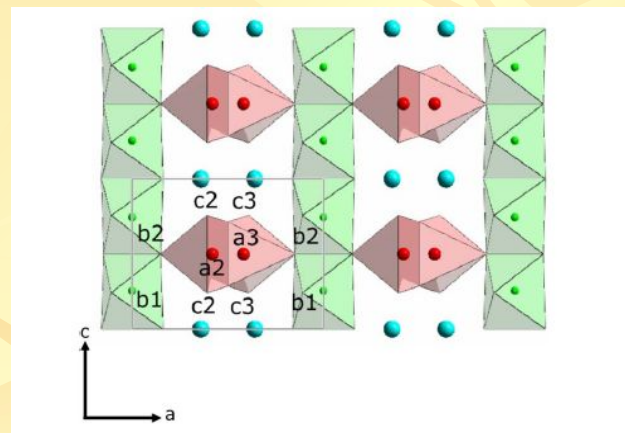
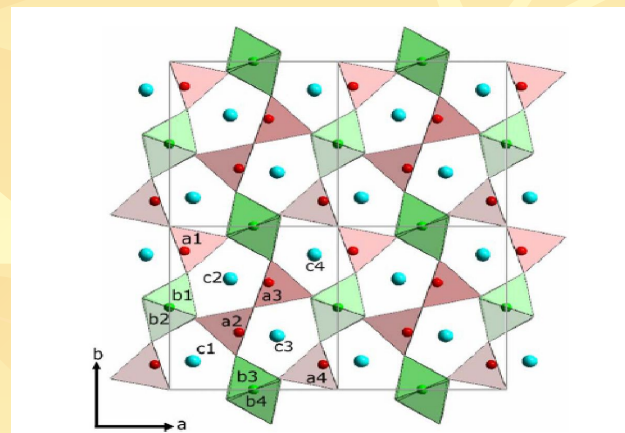
В качестве источника для получения характеристического излучения в системе монохроматора используется электростатическая электронная пушка.



# Кристаллическое строение и свойства соединения

## GdMn<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

- На рисунках изображена структура монокристалла GdMn<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: зеленые, красные и голубые сферы соответствуют ионам Mn<sup>4+</sup>, Mn<sup>3+</sup>, Gd<sup>3+</sup> соответственно. А черные линии – кристаллографии одной ячейки.
- Восемь ионов Mn в GdMn<sub>2</sub>O<sub>5</sub> занимают два разных места в химической ячейке. Одно место в октаэдрической координации занято Mn<sup>4+</sup> ионами, а другое в пирамидальной – занято Mn<sup>3+</sup> ионами.
- В соединении Mn<sup>4+</sup> O<sub>6</sub> октаэдре расположены вдоль оси *c*, имеют общие ребра и формируют цепь (верхний рисунок). Октаэдры Mn<sup>4+</sup>O<sub>6</sub> имеют общие углы в соединении Mn<sup>3+</sup>O<sub>5</sub> тригональными бипирамидами и формируют зигзагообразную цепь в *ab* плоскости (нижний).

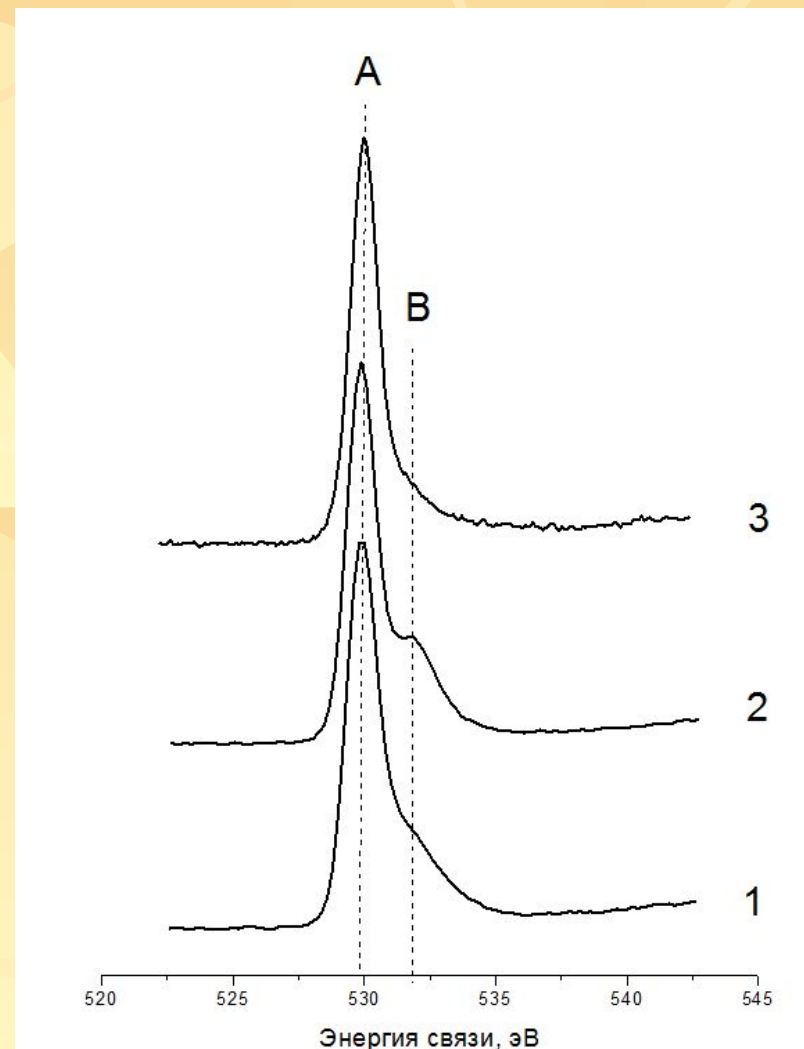


## Влияние способа обработки поверхности образца $GdMn_2O_5$ на форму фотоэлектронных спектров внутренних уровней $Gd4d$ .

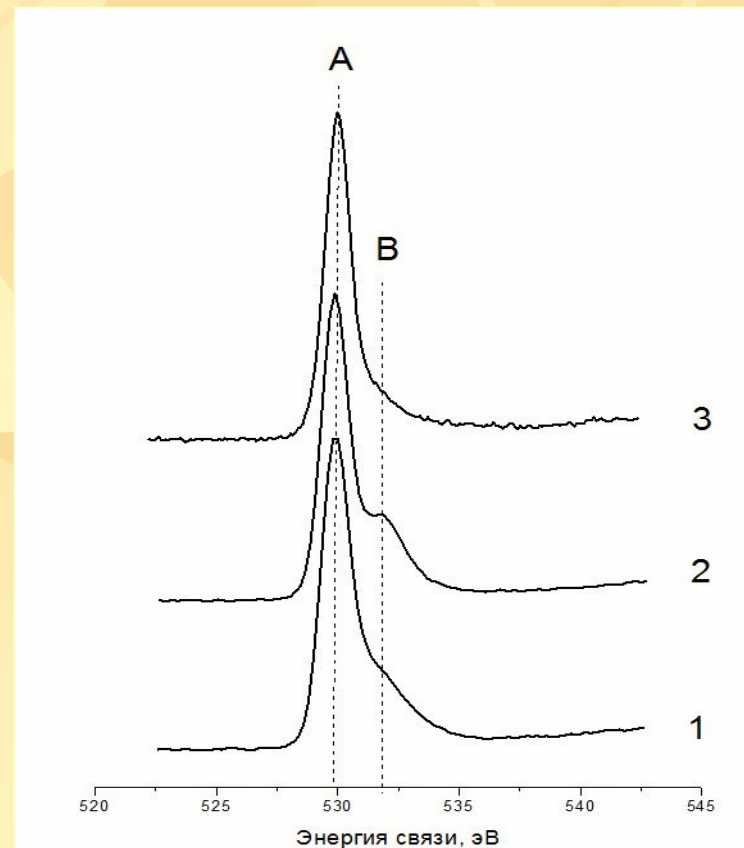
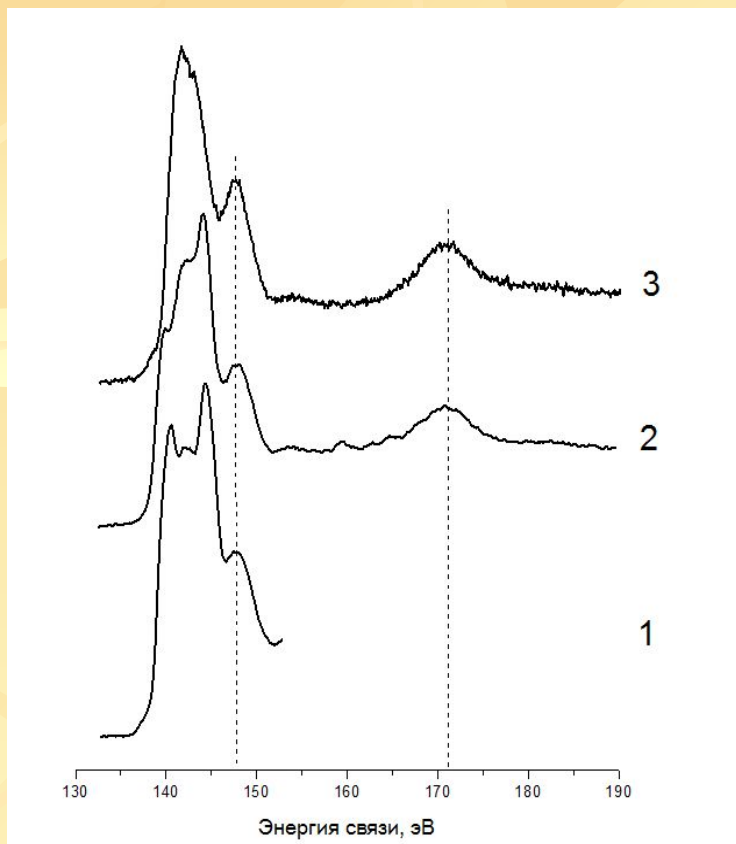
- Соединения с общей формулой  $RMn_2O_5$  ( $R=Gd$ ) относят к соединениям, которые принято называть мультиферроиками. Такие материалы обладают потенциальной возможностью связывать электрическую и магнитную поляризации, что открывает широкие возможности их применения в приборах, использующих либо их магнитные и сегнетоэлектрические свойства по отдельности, либо их комбинацию.
- Форма рентгеноэлектронных спектров исследовалась с помощью рентгеновского фотоэлектронного микроскопа ESCALAB 250. Возбуждение рентгеноэлектронных спектров осуществлялось с помощью монохроматизированного излучения  $AlK\alpha$  - линии. Абсолютный разрешимый интервал энергий составлял 0.5 эВ, который определялся по  $Ag3d_{5/2}$  рентгеноэлектронной линии. Диаметр рентгеновского пятна на образце составлял 500 мкм, и был достаточен для исследования полученных образцов. Для снятия положительной зарядки на образце использовались такие методы нейтрализации поверхности образца как облучение образца потоком медленных электронов с энергией 2 эВ и, в особо тяжелых случаях, потоком медленных ионов аргона (до 90 эВ) из ионной пушки. Перед введением в камеру подготовки образца поверхность образца обрабатывалась тремя различными методами: ионное травление, скрайбирование на воздухе и скрайбирование в высоком вакууме.

- Контроль чистоты степени обработки осуществлялся по O1s линиям кислорода. На рисунке приведены спектры O1s уровня полученные 3 разными способами подготовки образца :

- 1-ионное травление ,
- 2- скрайбирование на воздухе,
- 3- скрайбирование в вакууме.
- На всех спектрах мы наблюдается два максимума : главный максимум, обозначенный А, и плечо В, соответствующее кислороду гидроксильной группы или воды. Видно что наименьшее плечо получено в 3 случае, этому же максимально соответствует стехиометрический состав поверхности.



# Форма фотоэлектронных спектров внутреннего уровня Gd4d и Mn2p



- 1-Бомбардировка ионами аргона 0,5 Кв, 0,5  $\mu$ А
- 2-Скрайбирование на воздухе
- 3-Скрайбирование в вакууме



