



# Ф И З И К А

ВА УНИ ЎҚИТИШНИНГ  
ДОЛЗАРБ МУАММОЛАРИ

## Определенные составляющих удельного сопротивления сплавов системы $\text{Ni}_3\text{Mn} - \text{Ni}_3\text{Ga}$ .

О.К.Кувандиков, Н.С.Хамраев, Р.М.Ражабов магистр Б.Темиров

*Самаркандский государственный университет*

Изменение удельного сопротивления 3d и 4f металлов и их сплавов с температурой можно рассмотреть в соответствии с правилом Маттисена [1] постулирующим, что различные механизмы рассеяние дают аддитивный вклад в полное удельное сопротивление  $\rho(T)$ , и при любой температуре оно выражается формулой вида:

$$\sigma_{пол}^{-1} = \rho_{пол}(T) = \rho_{ост} + \rho_{маг}(T) + \rho_{фон}(T) \quad (1)$$

где,  $\rho_{ост}$ -остаточное удельное сопротивления, обусловленное дефектами кристаллической решетки и определяемое экспериментально путем экстраполяции к нулевой температуре,  $\rho_{фон}$ -фононное составляющее сопротивления, возникающее при рассеянии электронов проводимости на фононах и определяемое вычитанием остаточных и магнитных составляющих сопротивления, измеренного по величине удельного электрического сопротивления образца,  $\rho_{маг}$ -магнитная составляющая удельного сопротивления, может быть вычислена вычитанием суммы удельных сопротивления  $\rho_{ост}$  и  $\rho_{фон}$  из измеренной величины удельного сопротивления образца.

На рис.1 представлены кривые температурной зависимости составляющих удельного электрического сопротивления для системы сплавов  $\text{Ni}_3\text{Mn} - \text{Ni}_3\text{Ga}$ , вычисленные по правилу Маттисена. Из рис.1 видно характер изменения удельного сопротивления и их составляющей изученных нами сплавов является типичной для бинарных сплавов 3d и 4f металлов [2-4]. Как видно из рис.1, остаточное сопротивление не зависит от температуры. Магнитная составляющая удельного сопротивления увеличивается линейно вплоть до температуры Кюри. После перехода температуры Кюри она остается постоянной.

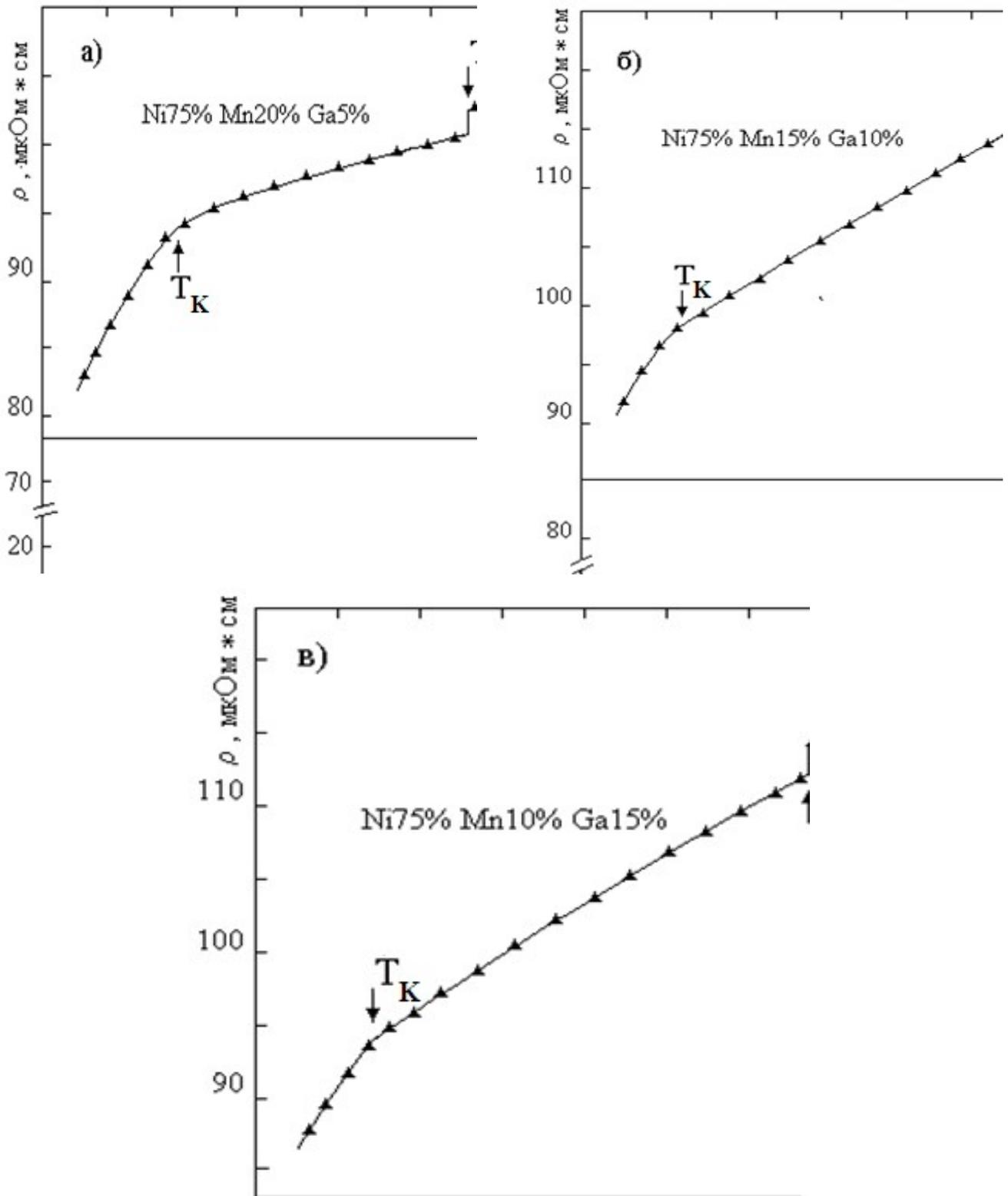


Рис 1. Температурные зависимости удельного сопротивления  $\rho(T)$  сплавов системы  $Ni_3Mn-Ni_3Ga$  по правилу Маттисена

Это говорить с тем, что в изученных сплавах магнитная составляющая удельного сопротивления связана с рассеянием электронов проводимости из атомов с нескомпенсированными электронами и это взаимодействие носит

магнитный характер. Выделение магнитной составляющей удельного электрического сопротивления позволяет оценить значение s-d обменного параметра. Для определения этого параметра использовано выражение магнитной составляющей по Вейсу[2]. Вейсс показал, что магнитная составляющая удельного сопротивления в той области температур, где она остается постоянной определяется как:

$$\rho_m \approx CS(S+1) \quad (2)$$

где  $S$ - полный спин.  $C$ -постоянная, определенная экспериментально и равная для переходных металлов приблизительно  $30 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$  [2].

По модели Гейзенберга температура магнитного перехода равна: [5]

$$T_C = \frac{I_{sd} Z S(S+1)}{3k_B} \quad (3)$$

где  $Z$ - координационное число атомов. Используя выражения (2) и (3) можно определить порядок  $I$ - $sd$  обменного параметра для изученных сплавов. Это составляет около  $I \approx 10^{-13}$  эрг.

Из рис.1 также видно, что при увеличении температуры линейно увеличивается фоновая составляющая удельного сопротивления. Эта закономерность может быть обусловлена как с изменением амплитуды колебаний фононов при изменении температуры, так и с изменением кристаллографической ориентации образцов. По-видимому, среднеквадратичное отклонение этих амплитуд, усредненное для любого кристаллографического направления, одна и та же.

Таблица 1

Значения остаточного, магнитного и фононного сопротивлений найденные по правилу Маттисена.

Образцы	$\rho_{ост}$ , мкОм*см	$\rho_{маг}(T)$ , мкОм*см	$\rho_{фон}(T)$ , мкОм*см
$Ni_{75}Mn_{20}Ga_5$	77	15	2
$Ni_{75}Mn_{15}Ga_{10}$	85	9	4
$Ni_{75}Mn_{10}Ga_{15}$	83	7	4.5

Результаты вычисления остаточного фононного и магнитного составляющих полного удельного сопротивления, для изученных сплавов приведены в таблице 1. Приведенные результаты в таблице 1 определены при температуре магнитного фазового перехода “ферромагнетизм-парамагнетизм”.

Из таблицы 1 видно, что в системе сплавов  $Ni_3Mn - Ni_3Ga$  при увеличении концентрации галлия значение фононной составляющей удельного сопротивления увеличивается, а значения магнитной составляющей уменьшается. Это свидетельствуют о том, что при увеличении концентрации галлия уменьшается магнитное взаимодействие между магнитными моментами электронов проводимости и нескомпенсированными d-электронами в изученных сплавах.

1. Тейлор К. Физика редкоземельных соединений. М.: Мир, 1974, с.224.
2. Вейсс Р. Физика твёрдого тела. Пер.сангл. Н. П. Зверовой. М.: Атомиздат, 1968, 456 с.
3. Kuvandikov O. K., Hamraev N. S., Éshkulov A.A., Rajabov R.M. Estimation of the effective parameter of spin orbital interaction of electrons in intermetallic Er-In system compounds from the kinetic and magnetic properties. Russian Physics Journal, 2012, Volume 54, Issue 12, pp.1384-1388

4. Кувандиков О.К., Хамраев Н.С., Эшкулов А.А., Ражабов Р.М. Исследование эффективного спин-орбитального взаимодействия в интерметаллических соединениях системы Gd-In в парамагнитной области. Фундаментальные и прикладные вопросы физики. Сборник докладов республиканской конференции посвященной 100 летию академика С.А. Азимова. Тошкент. 2014 г. 6-7 ноября. стр.98-100
5. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971, 1031с.

1.10	Рисбоев Т., Нафасова Г.Б., ГулДУ. КРЕМНИЙЛИ ФОТОГЕНЕРАТОРЛАРНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ МАҲАЛЛИЙ ОБ-ҲАВО ШАРОИТИДА ЎРГАНИШ.	66
1.11.	А.С.Саидов,А.Ю.Лейдерман,А.Б.Каршиев. ФТИ АН РУз ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ВАРИЗОННОМ ТВЕРДОМ РАСТВОРЕ $Si_{1-x}Ge_x$ ( $0 \leq x \leq 1$ ).	70
1.12.	О.К.Кувандиков, Н.С.Хамраев, Р.М.Ражабов, магистр Б.Темиров, СамГУ. ОПРЕДЕЛЕННЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ $Ni_3Mn - Ni_3Ga$ .	80
1.13	Муминов И, Муминов У.И Джиззахский ГПИ, студент Турин. ПУ. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ ТИПА СИЛЛЕНИТОВ	83
1.14	Саидов А.С., Усмонов Ш.Н., Рахмонов У.Х., Гаимназаров К. ФТИ НПО «Физика - солнце» АН РУз., ГулГУ. ТЕПЛОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В $nSi - n(Si_2)_{1-x}(ZnS)_x$ И $pSi - n(ZnSe)_{1-x-y}(Si_2)_x(GaP)_y$ - ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЖИДКОФАЗНОЙ ЭПИТАКСИИ	86
1.15	Г.Т. Рахманов, Рахмонов Э.Г., Холматов И.И. Н У Уз. Институт ионно-плаз. в лазер. техн. АН РУз. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОДЕСОРБЦИИ МОЛЕКУЛ ИМИПРАМИНА И АМИТРИПТИЛИ ПОВЕРХНОСТИ ОКИСЛЕННОГО ВОЛЬФРАМА	91
1.16.	О.К.Кувандиков, Х.О.Шакарров, З.М.Шодиев, магистранты: Н.Низамов, С.Камбаров, СамГУ.ПАРАМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ ПИРРОТИНА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ	100
1.17.	Б.Э. Хайридинов , Н.С. Холмирзаев , А.А. Бахромова, Қарши ДУ. ҚУЁШ - ГЕОТЕРМАЛ СУВ – ТУПРОҚ ОСТИ ИССИҚЛИК АККУМУЛЯТОРИДАН ФЙДАЛАНИБ ИСИТИЛАДИГАН ГЕЛИОТЕПЛИЦА БИНОЛАРНИ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ	104
1.18.	А. С. Саидов, Ш. Н. Усмонов, У. П. Асатова, ФТИ АН РУз., Ургенч ГУ. ВЫРАЩИВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК ТВЕРДОГО РАСТВОРА $Ge_{1-x}Sn_x$ С НАНО-КРИСТАЛЛАМИ	111
1.19.	А.Абдуллаев, Р.Элмуратов, В.Рахманов, ГулГУ. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ВНУТРИ ТЕПЛИЦ НА РАДИАЦИОННО-КОНВЕКТИВНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ПЛЕНОЧНЫЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ	131