

Министерство образования и науки  
Луганской Народной Республики  
Государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
Луганской Народной Республики  
«Луганский государственный педагогический университет»

# ВЕСТНИК



Луганского  
государственного  
педагогического  
университета

---

Серия 5

Гуманитарные науки.  
Технические науки

№ 2(59) • 2021

Сборник научных трудов



Луганск  
2021

УДК 08.378.4(477.61)ЛГПУ:[3+62(062.552)]  
ББК 95.4я43+60я5+3я5  
В 38

Учредитель и издатель  
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»

Основан в 2015 г.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
№ ПИ 000196 от 22 июня 2021 г.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Главный редактор**

**Черных Л.А.** – доктор психологических наук, доцент

**Заместитель главного редактора**

**Ротерс Т.Т.** – доктор педагогических наук, профессор

**Дейнека И.Г.** – доктор технических наук, профессор

**Выпускающий редактор**

**Калинина Г.Г.** – заведующий редакционно-издательским отделом

**Редактор серии**

**Темникова С.В.** – кандидат технических наук, доцент

**Редактор рубрики «Гуманитарные науки»**

**Дибас О.А.** – кандидат исторических наук, доцент

**Редактор рубрики «Технические науки»**

**Калайдо А.В.** – кандидат технических наук, доцент

**Состав редакционной коллегии серии:**

<b>Авершина А.С.</b>	– канд. техн. наук	<b>Крысенко Д.С.</b>	– д-р. ист. наук, доц.
<b>Атоян А.И.</b>	– д-р. филос. наук	<b>Кудинов В.А.</b>	– д-р. ист. наук, проф.
<b>Бакаева Н.В.</b>	– д-р. техн. наук, проф.	<b>Лепя Р.Н.</b>	– д-р. экон. наук, проф.
<b>Барышева Е.И.</b>	– канд. психол. наук, доц.	<b>Логиновский С.С.</b>	– д-р. филос. наук, доц.
<b>Беспалова Т.В.</b>	– канд. полит. наук, д-р. филос. наук, доц.	<b>Максименко Е.Г.</b>	– д-р. психол. наук
<b>Бредихин А.В.</b>	– д-р. ист. наук, проф.	<b>Михайловская О.Г.</b>	– канд. полит. наук, доц.
<b>Васюк А.Г.</b>	– канд. психол. наук, доц.	<b>Мортиков В.В.</b>	– д-р. экон. наук, проф.
<b>Вербенко И.А.</b>	– д-р. физ.-мат. наук	<b>Муртузалнев С.И.</b>	– д-р. ист. наук, проф.
<b>Горбенко Е.Е.</b>	– канд. физ.-мат. наук, доц.	<b>Поцелуев С.П.</b>	– д-р. полит. наук, доц.
<b>Даренский В.Ю.</b>	– д-р. филос. наук, доц.	<b>Проскурина Е.А.</b>	– д-р. полит. наук, проф.
<b>Дрозд Г.Я.</b>	– д-р. техн. наук, проф.	<b>Резниченко Л.А.</b>	– д-р. физ.-мат. наук, проф.
<b>Дымарский Я.М.</b>	– д-р. физ.-мат. наук, проф.	<b>Сильчева А.Г.</b>	– канд. физ.-мат. наук, доц.
<b>Ерхов Г.П.</b>	– д-р. ист. наук, проф.	<b>Скороход Н.Н.</b>	– канд. экон. наук, доц.
<b>Зайка И.П.</b>	– канд. экон. наук, доц.	<b>Татаренко Т.М.</b>	– д-р. полит. наук, проф.
<b>Звонок Н.С.</b>	– д-р. филос. наук	<b>Чубова И.И.</b>	– канд. психол. наук
<b>Кагермазова Л.Ц.</b>	– д-р. психол. наук	<b>Швыров В.В.</b>	– канд. физ.-мат. наук, доц.
<b>Капустин Д.А.</b>	– канд. техн. наук, доц.	<b>Шевченко М.Н.</b>	– д-р. экон. наук, проф.
<b>Киреева Е.И.</b>	– канд. техн. наук	<b>Шелюто В.М.</b>	– д-р. филос. наук
<b>Карпов В.В.</b>	– канд. техн. наук, доц.	<b>Шепко Л.Г.</b>	– д-р. ист. наук, проф.

**Вестник Луганского государственного педагогического университета :**  
**В38** сб. науч. тр. / гл. ред. Л.А. Черных; вып. ред. Г.Г. Калинина; ред. сер.  
С.В. Темникова. – Луганск : Книта, 2021. – № 2(59); Серия 5. Гуманитарные  
науки. Технические науки. – 120 с.

Настоящий сборник содержит оригинальные материалы ученых различных отраслей наук и групп специальностей, а также результаты исследований научных учреждений и учебных заведений, обладающие научной новизной, представляющие собой результаты проводимых или завершенных изучений теоретического или научно-практического характера.

Адресуется ученым-исследователям, докторантам, аспирантам, соискателям, педагогическим работникам, студентам и всем, интересующимся проблемами гуманитарных и технических наук.

*Издание включено в РИНЦ*

*Печатается по решению Ученого совета Луганского государственного педагогического университета (протокол № 2 от 24.09.2021 г.)*

УДК 08.378.4(477.61)ЛГПУ:[3+62(062.552)]  
ББК 95.4я43+60я5+3я5

© Коллектив авторов, 2021  
© ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ», 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

### Философские науки

- Даренский В.Ю.** Ритуализм научного познания в концепции М.К. Петрова..4  
**Попов В.Б.** Общая теория эволюции: проблема постнеклассической методологии.....11  
**Ищенко Н.С.** Теория множественных модерностей как альтернатива модели глобализации.....18

### Исторические науки и археология

- Муртузалиев С.И.** Мусульмане в политической системе Болгарии (1944–1989 гг.).....25  
**Ищенко В.В.** Идеологическое и практическое сотрудничество католической церкви с хорватскими уставами.....32  
**Саидов З.А., Корниловский А.С.** Царская Россия и иранские курды в первой трети XIX столетия (из военно-политической истории).....40  
**Савенкова И.Ю.** Люди и время: профессорско-преподавательский состав Донецкого института народного образования (1923–1934).....47  
**Харьковский Р.Г.** Политика колониальных государств в Египте в 1880-е гг. ....55

### Политология

- Михайловская О.Г., Кандауров Б.И.** Политические практики формирования макрополитической идентичности в поликультурных государствах.....61

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Физико-математические науки

- Полищук Н.А., Темникова С.В.** О некоторых вопросах нахождения приближенного решения линейных интегральных уравнений Вольтерра второго рода с применением полиномов Лежандра.....69  
**Техтелев Ю.В.** Кубическая ферромагнитная фаза в сплавах Гейслера.....76  
**Швыров В.В., Воронина Е.Н.** Интерполяция функций с использованием пакета `scipy` в среде Python.....82

### Технические науки

- Бакаева Н.В., Калайдо А.В., Скринникова А.В.** Лабораторное исследование переноса радона в пористых средах.....89  
**Паламарчук А.А., Сидельникова О.П.** Анализ изменений в оценке условий труда по показателям напряженности трудового процесса в соответствии с ФЗ-426 от 28.12.2013 «О специальной оценке условий труда».....97

### Экономические науки

- Заика И.П., Скороход Н.Н.** Отражение и развитие инновационных идей в экономической науке «советского периода»: размышления после научного семинара.....105

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ** ..... 112

**ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ** ..... 114

**Техтелев Юрий Владимирович,**  
 зав. лабораториями  
 кафедры физики и методики преподавания физики  
 ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»  
*tehtelev@gmail.com*

## Кубическая ферромагнитная фаза в сплавах Гейслера

*В статье проведен анализ особенностей свободной энергии для кубической ферромагнитной фазы. Выявлено, что при температурах меньше температуры Кюри образуется потенциальная яма, минимум которой соответствует величине намагниченности насыщения. Были обнаружены более четкие условия устойчивости для кубической ферромагнитной фазы. Выраженная зависимость глубины этой ямы от температуры показала, что переход в парамагнитную фазу возможен только при превышении температуры Кюри.*

**Ключевые слова:** сплавы Гейслера, фазовые переходы, температура Кюри, ферромагнитная фаза.

Сплавы Гейслера, обладая высокой чувствительностью к магнитному полю, могут осуществлять эффект памяти формы (ЭПФ) без нагрева, за счет инициирования структурного фазового перехода магнитным полем [6; 7]. Такие сплавы, сочетающие магнитные свойства с ЭПФ, являются объектом пристального внимания в связи с перспективами их практического применения [1–5].

Для сплава Гейслера чисто стехиометрического состава  $\text{Ni}_2\text{MnGa}$  критические точки магнитного ( $\sim 400$  К) и мартенситного ( $\sim 200$  К) переходов существенно различаются. При этом отклонение от стехиометрического состава  $\text{Ni}_{2+x}\text{Mn}_{1-x}\text{Ga}$  приводит к сближению этих точек [4; 5; 8].

Целью настоящей статьи является анализ особенностей потенциального рельефа свободной энергии для кубической ферромагнитной фазы.

Для сплавов Гейслера свободная энергия находится как сумма структурного, магнитного и смешанного вкладов [4]:

$$\begin{aligned} \Phi = & \Phi_0 + \frac{1}{2}a(e_2^2 + e_3^2) + \\ & + \frac{1}{3}be_3(e_3^2 - 3e_2^2) + \frac{1}{4}c(e_2^2 + e_3^2)^2 + \\ & + B_2 \left( \frac{1}{\sqrt{2}}e_2(m_1^2 - m_2^2) + \frac{1}{\sqrt{6}}e_3(3m_3^2 - m^2) \right) + \\ & + \frac{1}{2}\alpha(m_1^2 + m_2^2 + m_3^2) + \frac{1}{4}\delta(m_1^2 + m_2^2 + m_3^2)^2 + \\ & + K(m_1^2m_2^2 + m_2^2m_3^2 + m_3^2m_1^2), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $m_1, m_2, m_3$  и  $m$  – компоненты и модуль вектора намагниченности, соответственно;  $e_2, e_3$  – соответственно сдвиговая и дилатансионная составляющие деформации, которые связаны с тензором деформации:

$$\begin{aligned} e_2 &= (e_{xx} - e_{yy}) / \sqrt{2}, \\ e_3 &= (2e_{zz} - e_{xx} - e_{yy}) / \sqrt{3}. \end{aligned} \quad (2)$$

Деформация является вторичным структурным параметром. Так как независимые переменные задачи безразмерны, то все коэффициенты в выражении (1) имеют одинаковую размерность. Смешанные члены в (1) представляют собой инварианты кубической симметрии и отвечают за взаимодействие между структурными и магнитными параметрами порядка.

Температурная зависимость выражена при помощи коэффициентов при различных степенях структурного и магнитного параметров порядка:

$$a = a_0 (T - T_M), \quad \alpha = \alpha_0 (T - T_C), \quad (3)$$

где  $a_0, \alpha_0$  – некоторые постоянные,  $T_M$  – критическая температура мартенситного перехода,  $T_C$  – температура Кюри.

В кубической ферромагнитной фазе составляющие  $e_2$  и  $e_3$  равны нулю, а модуль вектора намагниченности  $m$  должен быть больше нуля. Как было выяснено в [10], система стремится к уравниванию компонентов вектора  $\vec{m}$ , что свидетельствует о том, что главная диагональ куба является осью легчайшего намагничивания. Исходя из этого, можно ввести следующие

обозначения:  $m_1 = m_2 = m_3 = m_0 = \frac{m}{\sqrt{3}}$ ,  $e_2 = e_3 = 0$ . Тогда выражение (1)

примет следующий вид:

$$\Phi = \frac{3}{2} \alpha_0 m_0^2 (T - T_C) + \frac{3}{4} (3\delta + 4K) m_0^4. \quad (4)$$

Для определения экстремумов функции (4) находим  $\Phi'(m_0) = 0$  и выражаем  $m_0$ . Получаем:

$$m_0 \left[ 3\alpha_0 (T - T_C) + 3(3\delta + 4K) m_0^2 \right] = 0, \quad (5)$$

$$m_0^2 = \frac{-\alpha_0 (T - T_C)}{3\delta + 4K} \quad \text{и} \quad m_0 = 0. \quad (6)$$

Далее методом перебора были определены следующие ограничения для устойчивого состояния системы:

1) если  $K > 0$ , то  $\frac{\delta}{K} > -\frac{4}{3}$ ;

2) если  $K < 0$ , то  $\frac{\delta}{K} < -\frac{4}{3}$ ;

3) если  $K = 0$ , то  $\delta > 0$ ;

4)  $\alpha_0 > 0$ .

Полученные условия согласуются с представленными в [3]. Более наглядно они отображены закрашенными областями в плоскости  $\delta(K)$  на рис. 1.

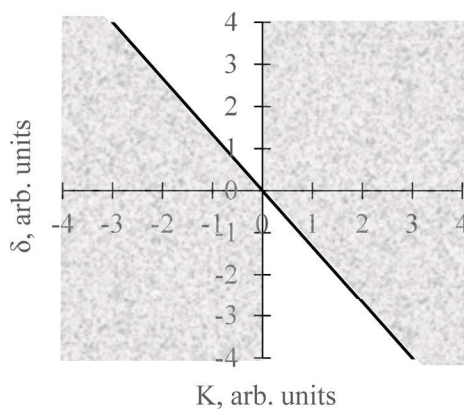


Рис. 1. Условие устойчивости системы в координатах  $\delta(K)$

Для вычислений далее будут использованы такие константы:  $T_C = 375$  К,  $\delta = -1$ ,  $K = 1$ ,  $\alpha_0 = 1$ . После построения графика зависимости свободной энергии от намагниченности (рис. 2) становится заметно смещение минимума при снижении температуры менее температуры Кюри  $T_C$ . В общем виде минимум потенциальной ямы характеризует намагниченность насыщения ферромагнетика.

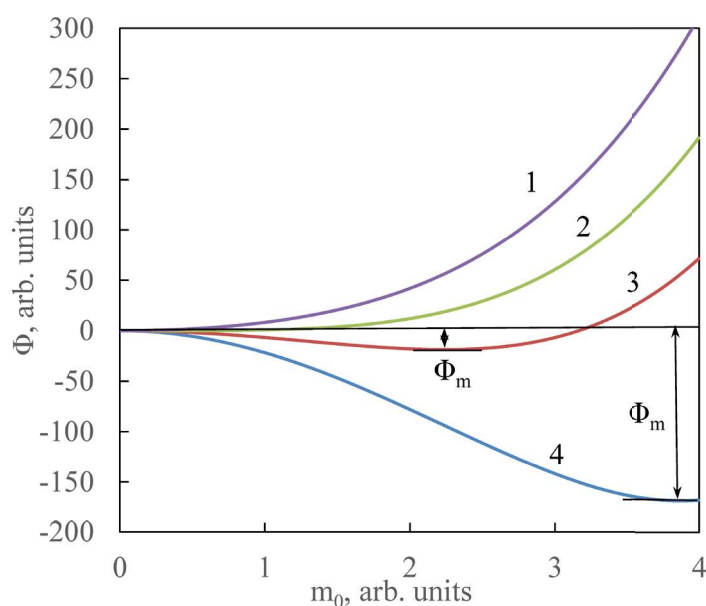


Рис. 2. Зависимость свободной энергии от намагниченности:

1 –  $T_C = 380$  К, 2 –  $T = T_N = 375$  К, 3 –  $T = 370$  К, 4 –  $T = 360$  К

Подставив выражение (6) в (4), находим глубину потенциальной ямы:

$$\Phi_m = -\frac{3 [\alpha_0 (T - T_C)]^2}{4 (3\delta + 4K)} \text{ при } T \leq T_C \quad (7)$$

Это значение как функция температуры представлено на рис. 3а, на рис. 3б показана расчетная кривая насыщения намагниченности от температуры. Зона I под кривой представляет собой устойчивую ферромагнитную фазу, в то время как II — неустойчивую. Переход же в кубическую парамагнитную фазу происходит при  $T \geq T_C$ .

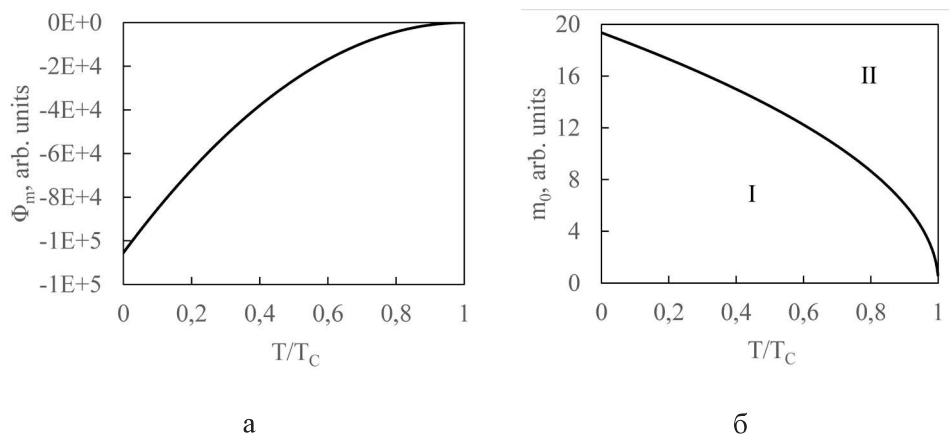


Рис. 3. Температурные зависимости: а – глубины потенциальной ямы от температуры, б – намагниченности от температуры

Проведенный анализ свободной энергии для кубической ферромагнитной фазы показал, что сплав Гейслера в отсутствие деформаций ведет себя как обычный ферромагнетик. При этом выделенные более четкие условия устойчивости такой системы позволяют легче определять границы фазы и допустимые значения констант.

#### Список литературы

1. **Божко А.Д.** Магнитные и структурные фазовые переходы в ферромагнитных сплавах  $Ni_{2+x}Mn_{1-x}Ga$  с памятью формы / А.Д. Божко [и др.] // ЖЭТФ. – 1999. – Т. 115, В. 5. – С. 1740–1750.
2. **Белослудцева Е.С.** Микроструктура, термоупругие мартенситные превращения и свойства В2 сплавов на основе Ni-Mn : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук / Е.С. Белослудцева; Ин-т физики металлов УрО РАН. – Екатеринбург, 2017.
3. **Кучин Д.С.** Эффект памяти формы в сплавах  $Ni_{54}Mn_{21}Ga_{25}$  и  $Ni_{50}Mn_{41,2}In_{8,8}$  в магнитном поле до 14 Т / Д.С. Кучин [и др.] // Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах: сборник трудов международной конференции, 6–9 сентября 2017 г., Махачкала. – 2017. – С. 145–148.
4. **Метлов Л.С.** Магнитоструктурные фазовые переходы в сплавах Гейслера / Л.С. Метлов, В.В. Коледов, В.Г. Шавров // ФТВД. – 2018. – Т. 28, № 1. – С. 46–53.
5. **Пушин В.Г.** Магнитные и структурные фазовые переходы и степень тетрагональности термоупругого мартенсита в квазибинарных сплавах Гейслера  $Ni_{2+x}Mn_{1-x}Ga$  / В.Г. Пушин [и др.] // ФТТ – Т. 57, В. 1. – С. 43–49.
6. **Chernenko V.A.** The development of new ferromagnetic shape memory alloys in Ni-Mn-Ga system / V.A. Chernenko, E. Cesari, V.V. Kokorin, I.N. Vitenko // Scripta Metall. Mater. – 1995. – V. 33, I. 8. – P. 1239–1244.
7. **Zheludev A.** Precursor effects and premartensitic transformation in  $Ni_2MnGa$  / A. Zheludev, S.M. Shapiro, P. Wochner, L.E. Tanner // Phys. Rev. B. – 1996. – V. 54, I. 21. – P. 15045–15050.



8. **Vasil'ev A.N.** Structural and magnetic phase transitions in shape-memory alloys  $Ni_{2+x}Mn_{1-x}Ga$  / A.N. Vasil'ev, etc. // Phys. Rev. B. – 1999. – V. 59, I. 2. – P. 1113–1120.
9. **Monroe J.A.** Direct measurement of large reversible magnetic-field-induced strain in Ni–Co–Mn–In metamagnetic shape memory alloys / J.A. Monroe, etc. // Acta Mater. – 2012 – V. 60. – P. 6883–6891.
10. **Khovaylo V.V.** Phase transitions in  $Ni_{2+x}Mn_{1-x}Ga$  with a high Ni excess V.V. Khovaylo, etc. // Phys. Rev. B. – 2005. – V. 72, I. 22. – P. 224408.

**Tehtelev Yu.V.**

### **Cubic ferromagnetic phase in Heusler alloys**

*An analysis of the free energy features for the cubic ferromagnetic phase is carried out. It is revealed that at temperatures below the Curie temperature, a potential well is formed, the minimum of which corresponds to the value of the saturation magnetization. Clearer stability conditions were found for the cubic ferromagnetic phase. The pronounced temperature dependence of the depth of this well showed that the transition to the paramagnetic phase is possible only when the Curie temperature is exceeded.*

**Key words:** Heusler alloys, phase transitions, Curie temperature, ferromagnetic phase.