

Структура, скорость звука и теплопроводность NdGaO_3 перовскита

А. И. Кривчиков, Б. Я. Городилов, И. Г. Колобов, А. И. Эренбург

*Физико-технический институт низких температур им. Б. И. Веркина НАН Украины
Украина, 61164, г. Харьков, пр. Ленина, 47
E-mail: krivchikov@ilt.kharkov.ua*

Д. И. Савицкий, С. Б. Убизский, И. М. Сыворотка, Л. О. Василечко

НПО «КАРАТ» НИИ материалов, Украина, г. Львов, 79031, ул. Стрыйская, 202

Статья поступила в редакцию 18 октября 1999 г.

Проведены рентгеновские (300 К) и ультразвуковые (77–270 К) исследования и измерения теплопроводности (30–300 К) монокристаллических образцов NdGaO_3 в различных кристаллографических направлениях. Уточнены параметры кристаллической решетки NdGaO_3 . В основных кристаллографических направлениях измерены абсолютные значения скоростей звука, вычислены упругие константы и температура Дебая. Наблюдаемая анизотропия теплопроводности описана в рамках газокинетической модели и связана с анизотропией параметров взаимодействия акустических и оптических фононов.

Проведено рентгеновські (300 К) і ультразвукові (77–270 К) дослідження і вимірювання теплопроводності (30–300 К) монокристалічних зразків NdGaO_3 в різних кристаллографічних напрямках. Уточнено параметри кристалічної ґратки NdGaO_3 . У основних кристаллографічних напрямках виміряно абсолютні значення швидкостей звуку, обчислено пружні константи і температуру Дебая. Спостеружувану анізотропію теплопроводності описано в рамках газокінетичної моделі і пов'язано з анізотропією параметрів взаємодії акустичних і оптичних фононів.

PACS: 61.10.Kw, 62.20.Dc, 66.70.+f, 81.05.Zx

Введение

Широко проводимое в последнее время изучение свойств тонкопленочных ВТСП привлекло особое внимание и к материалам, используемым в качестве подложек для нанесения таких пленок. Исследуемый в настоящей работе NdGaO_3 является представителем перовскитоподобных кристаллов. В этом кристалле, в отличие от обычно применяемого SrTiO_3 , отсутствует структурный фазовый переход, по крайней мере до $T = 1300$ К, который часто является причиной ухудшения электрофизических свойств пленочных ВТСП. Это делает NdGaO_3 привлекательным при использовании в качестве подложек для пленок ВТСП [1,2], а также позволяет рассматривать его в качестве модельного кристалла при исследовании различных физических свойств перовскитоподобных материалов, синтезированных на основе редкоземельных элементов [3]. Следует

отметить, что этот кристалл исследован недостаточно. Имеются лишь некоторые противоречивые данные о его структуре (см., например, [4–6]), а также о магнитных свойствах [5] и теплоемкости [3].

Перспективность использования кристалла NdGaO_3 в технике, особенности его свойств, а также недостаток информации о таких его физических свойствах, как теплопроводность и скорость звука в интервале температур 30–300 К, стимулировали настоящие исследования.

Экспериментальные методики и результаты

Приготовление образцов

Необходимым условием получения высококачественного монокристалла NdGaO_3 было тщательное приготовление исходной монофазной шихты. Были использованы высокочистые исход-

ные материалы, содержащие 99,99% Ga_2O_3 и 99,999% Nd_2O_3 . Порошки окислов перед взвешиванием отжигали в печи при 500 °С. Сырье было приготовлено в соответствии со стехиометрической формулой NdGaO_3 : 5 кг обезвоженных исходных компонентов в пропорции 50:50 моль% тщательно перемешивали в смесителе Turbula-10 (WAB, Швейцария) в течение 6 ч, а затем прессовали в таблетки (диаметр 60 мм, высота 10 мм) под давлением 2 МПа с использованием гидравлического пресса П-10.

Для проведения твердофазного синтеза таблетки в платиновом контейнере помещали в печь NT-1600 Super Kanthal (Linn Elektronik, Германия) и отжигали при 1450 °С в течение 4 ч. В результате синтеза было получено практически монофазное соединение NdGaO_3 (по данным рентгенофазного анализа, содержание основной фазы более 95%). Выращивание кристаллов проводили методом Чохральского с использованием автоматического оборудования «GALAXIE-3» (Physitherm, Франция) с радиочастотным нагревом и автоматическим контролем диаметра кристалла. Тигель из иридия (диаметром и высотой 100 мм) был снабжен тепловым экраном, а вся система помещена внутрь дополнительных керамического и кварцевого экранов. Через ростовую камеру постоянно пропускали газовую смесь (98% аргона и 2% кислорода) со скоростью 2 л/мин. Кристаллы NdGaO_3 выращивали из расплавленного сырья на [110]-ориентированных затравках. Для оптимизации параметров роста скорость роста варьировали от 1 до 3 мм/ч, а скорость вращения — от 10 до 30 мин⁻¹. Лучшие кристаллы NdGaO_3 с размерами более 50 мм диаметром и 50 мм высотой были получены при скоростях 2 мм/ч и 20 мин⁻¹. После завершения выращивания кристаллы охлаждали в течение 12 ч до комнатной температуры.

Все исследования проведены вдоль основных кристаллографических направлений на образцах, вырезанных из одного монокристалла.

Исследование структуры

Ромбическую решетку кристалла NdGaO_3 можно представить в виде несколько искаженного перовскитного куба (рис. 1), вписанного в слегка искаженный квадрат основания. При этом параметры решетки $a, b \approx a_n \sqrt{2}$ ($a < b$), а параметр $c = 2c_n$. По данным работы [6], как и большинства предыдущих исследований, структура NdGaO_3 относится к пространственной группе $D_{2h}^{16}-Pbnm$, а по данным нейтронографических исследований [4,5], пространственной группой NdGaO_3 следует

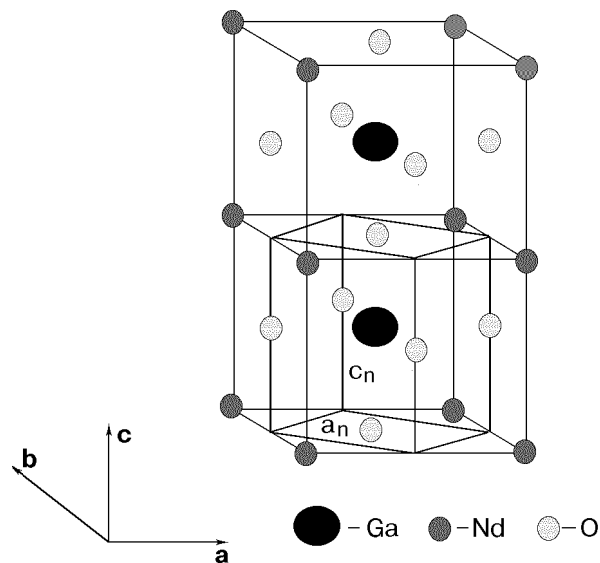


Рис. 1. Схема кристаллической решетки NdGaO_3 с вписанной в нее решеткой квазиперовскита. $a \approx b$ ($a < b$), $a, b \approx a_n \sqrt{2}$, $c = 2c_n$

считать $C_{2v}^9 - Pbn2$. Специально проведенное исследование симметрии структуры NdGaO_3 при 100 и 293 К [7] свидетельствует, что при обеих температурах симметрия кристалла соответствует пространственной группе $Pbnm$. Следует отметить, что элементы симметрии группы $Pbnm$ включают все элементы симметрии группы $Pbn2$, в силу чего уточнение пространственной группы NdGaO_3 , важное для рентгеноструктурных исследований, фактически не имеет значения для интерпретации термодинамических данных. Более существенным является различие в величине параметров решетки, полученных в [4–6] и настоящей работе (табл. 1). Для уточнения структурных данных были проведены рентгеноструктурные исследования двух монокристаллических пластинок NdGaO_3 толщиной < 1 мм, вырезанных по кристаллографическим плоскостям (110) и (001). Как видно на рис. 1, плоскостью среза в обоих образцах является грань квазиперовскита $<100>$. Исследования проведены при комнатной температуре на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 с использованием приставки ГП-14, что позволило с высокой точностью определить кристаллографическую ориентацию в образце как относительно плоскости поверхности образцов, так и при проведении косых съемок для регистрации рефлексов от плоскостей с комбинированными индексами, что важно и для определения ориентации кристаллических осей в плоскости среза образцов. Регистрацию рефлексов проводили с помощью нефльтрованного излучения медного анода. При этом в качестве основной информации использовали данные, полученные от K_β излуче-

Параметры решетки (a , b , c), молярный объем V и плотность ρ кристалла NdGaO_3 при комнатной температуре по данным ряда исследований

Источник	Параметры					Образец
	a	b	c	V , см ³ /моль	ρ , г/см ³	
	Å					
Настоящая работа	5,4270(3)	5,4969(3)	7,7057(4)	34,608(6)	7,569(1)	монокристалл
[6]	5,4276(1)	5,4979(1)	7,7078(2)	34,627(2)	7,565(1)	— " —
[5]	5,417(1)	5,499(1)	7,717(1)	34,61(2)	7,569(4)	поликристалл
[4]	5,4333(2)	5,5036(2)	7,7157(3)	34,735(4)	7,542(1)	— " —

Примечание: В [5], [6] и настоящей работе результаты получены рентгенографическим методом, в [4] — нейтронографическим.

ния ($\Lambda_{\beta} = 1,39217 \text{ \AA}$), а рефлексы от K_{α} излучения служили в качестве контрольных. Всего зарегистрировано по пять рефлексов от плоскостей $\langle h\bar{h}0 \rangle$ и $\langle 002l \rangle$ ($h, l = 1, 2 \dots 5$) и 14 рефлексов от плоскостей с комбинированными индексами.

По данным прямых съемок $d(110) = 3,8620(1) \text{ \AA} \approx a_n$, $d(002) = 3,8530(1) \text{ \AA} \approx c_n$.

Параметры решетки NdGaO_3 кристалла, рассчитанные по методу наименьших квадратов с учетом всех 24-х рефлексов, оказались равными $a = 5,4270(3) \text{ \AA}$, $b = 5,4969(3) \text{ \AA}$, $c = 7,7057(4) \text{ \AA}$, что для перовскитной решетки соответствует: $a_n = (a^2 + b^2)^{1/2} / 2 = 3,8623(2) \text{ \AA}$, $c_n = c/2 = 3,8528(2) \text{ \AA}$, $d(110) = 3,8619(2) \text{ \AA}$; $\alpha_n = 89,267(7)$ град.

Полученные значения параметров кристаллической структуры хорошо согласуются с данными, приведенными в работах [4–6].

Как показали данные рентгеновских измерений, отклонение ориентации плоскостей среза образцов от кристаллографических плоскостей не превышало 10 угловых минут.

Теплопроводность

Измерения теплопроводности проводили плоским стационарным методом в интервале температур 30–300 К с использованием прокачанного криостата. Абсолютная температура измерялась с помощью платинового термометра сопротивления ТСП-4. Градиент температуры вдоль исследуемого кристалла определялся манганин-константановой термопарой, чувствительность которой изменялась от 10 мкВ/К при 30 К до 110 мкВ/К при 300 К. Относительная стабильность температуры в экспериментах была не хуже $2 \cdot 10^{-5}$. Процедура измерения была полностью автоматизирована. Ошибка в полученной величине теплопроводности не превышает 10% и является в основном систематической. Проверка аппаратуры была

проведена измерением теплопроводности образца из нержавеющей стали марки 12X18H10T. Образцы NdGaO_3 для измерения теплопроводности были вырезаны из одного монокристалла и имели геометрические размеры $15 \times 6 \times 0,8$ мм.

Проведены измерения теплопроводности двух монокристаллических образцов вдоль кристаллографических направлений [110] и [001]. Полученные температурные зависимости коэффициента теплопроводности λ представлены на рис. 2. Во всем исследованном интервале температур величина теплопроводности вдоль направления [001] в 1,4 раза выше, чем вдоль направления [110], что говорит о явной анизотропии теплопроводности NdGaO_3 . Кривые $\lambda(T)$ изменяют свое поведение в окрестности $T = 190$ К, здесь слабый рост теплопроводности с уменьшением температуры

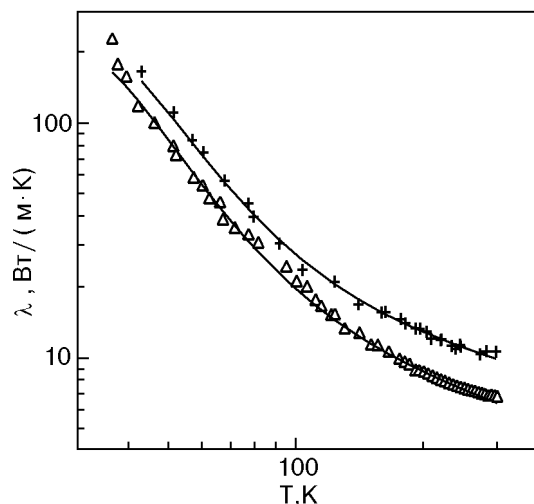


Рис. 2. Температурная зависимость коэффициента теплопроводности NdGaO_3 для двух кристаллографических направлений. Эксперимент: + — направление [001]; Δ — направление [110]. Сплошные кривые — расчет по формуле (1) с учетом фонон-фононных процессов рассеяния и рассеяния акустических фононов оптическими модами.

усиливается. Обычно такая температурная зависимость теплопроводности обусловлена механизмами резонансного рассеяния фононов собственными или примесными модами [8].

Скорость звука

Измерения абсолютных значений скоростей звука проводили модифицированным фазовым методом [9, 10], позволяющим свести к минимуму погрешности, возникающие из-за неоднородности образцов, и добиться точности не хуже 0,25 % при длине акустического пути 5–6 мм (характерные размеры образца вдоль основных кристаллографических направлений). Частота возбуждения звуковых колебаний f составляла 50 МГц. Измеренные значения продольных v_l и поперечных v_t скоростей звука вдоль основных кристаллографических направлений при температуре $T = 77$ К представлены в табл. 2. Приведены также средние значения скорости звука v , рассчитанные по формуле

$$v^3 = (v_l^{-3} + v_{t1}^{-3} + v_{t2}^{-3})/3.$$

Вычисленные модули упругости представлены в табл. 3. Доверительные интервалы составляют для C_{12} – 2%, C_{13} , C_{23} – 4%, для остальных C_{ik} – 0,5%.

Таблица 2

Скорость звука в NdGaO_3 при 77 К (q, j – сферические углы)

Направление q	Поляризация u	Скорость звука v_l, v_t , 10^5 см/с	Средняя скорость звука v , 10^5 см/с
[100]	[100]	6,57	3,90
	[010]	3,78	
	[001]	3,27	
[010]	[010]	6,44	4,30
	[001]	4,02	
	[100]	3,77	
[110]	[110]	6,72	3,95
	[001]	3,68	
	⊥ [001], QT	3,30	
[001]	[001]	5,86	3,93
	[010]	4,02	
	[100]	3,26	
$q = 45, j = 0$	[101], QL	6,22	3,90
	[010]	3,90	
	⊥ [010], QT	3,24	
$q = 45, j = 90$	[011], QL	6,57	3,73
	⊥ [100], QT	3,53	
	[100]	3,17	

Примечание: QL – квазипродольная мода, QT – квазипоперечная мода.

Упругие модули в NdGaO_3 при 77 К (10^{10} дин/см³)

C_{11}	C_{22}	C_{12}	C_{13}	C_{23}	C_{33}	C_{44}	C_{55}	C_{66}
326,3	313,5	155,2	131,6	133,2	259,6	122,2	80,8	108,0

Проведены дополнительные измерения температурных зависимостей поглощения α и относительного изменения продольной скорости звука $\Delta v/v$ образца вдоль направления [001] в интервале температур 170–270 К. На рис. 3 представлены результаты этих измерений, видно, что зависимость $\Delta v/v(T)$ в исследованной области температур не имеет явных особенностей.

Обсуждение результатов

Кристалл NdGaO_3 имеет орторомбическую кристаллическую структуру $Pbnm$ с 15 атомами на элементарную ячейку. В такой системе имеется 60 колебательных мод: 57 оптических и 3 акустических [11]. Оптические моды наблюдаются при инфракрасном поглощении, а также при комбинационном рассеянии света. Систематика фононных мод следующая:

$$\Gamma_{\text{opt}} = 7A_{1g} + 7B_{1g} + 5B_{2g} + 5B_{3g} +$$

(R) (R) (R) (R) (n)

$$+ 8A_{1u} + 7B_{1u} + 9B_{2u} + 9B_{3u};$$

(i.r.) (i.r.) (i.r.)

$$\Gamma_{\text{ac}} = B_{1u} + B_{2u} + B_{3u},$$

Оптическая активность локальных мод обозначена как R при комбинационном рассеянии света

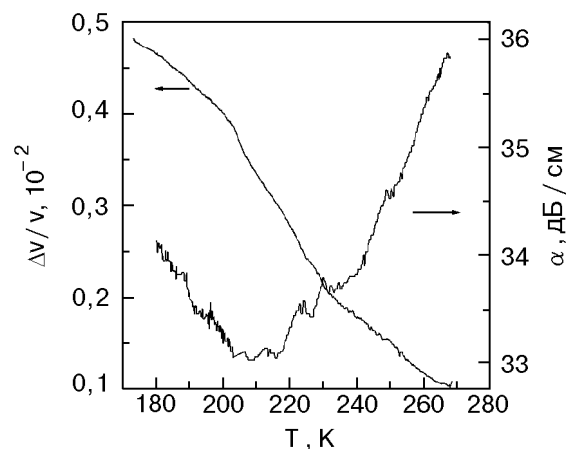


Рис. 3. Температурная зависимость поглощения α и относительного изменения продольной скорости звука $\Delta v/v$ NdGaO_3 вдоль направления [001].

и *i.r.* при инфракрасном поглощении света (n — неактивные моды). В работах [11,12] определены двенадцать *i.r.* и пятнадцать *R* частот оптических мод.

Результаты измерения скорости звука вдоль основных кристаллографических направлений дают информацию о трех акустических фоновых модах в области малых значений волнового вектора \mathbf{q} (в центральной области зоны Бриллюэна). Эти акустические колебания не рассеиваются локальными модами, и применима хорошо проверенная процедура вычисления упругих свойств кристалла [13].

По данным скоростей звука рассчитаны значения модуля объемного сжатия B и температуры Дебая Θ_D как для случая орторомбической симметрии, так и в приближении поликристалла, B_H и Θ_{DH} (см. табл. 4).

В табл. 4 также приведены модуль сдвига, вычисленный при помощи процедуры усреднения по Хиллу, и значения скоростей звука для поликристалла [14]. Значения Θ_D вычислены при помощи усреднения обратных кубов скоростей звука, которые являются решением уравнения Кристоффеля, по всем возможным направлениям волнового вектора \mathbf{q} в сферических координатах [13]. Рассчитанные значения Θ_{DH} и B_H близки к соответствующим значениям Θ_D и B , по-видимому, это связано с тем, что в отношении упругих свойств орторомбическая решетка NdGaO_3 ($a = 5,4270 \text{ \AA}$, $b = 5,4969 \text{ \AA}$, $c = 7,7057 \text{ \AA}$) близка к учетверенной псевдокубической решетке с решеточным параметром

$$a_{pc} = (abc/4)^{1/3} = 3,8591 \text{ \AA} .$$

Обратимся теперь к рассмотрению процессов теплопереноса в NdGaO_3 . Анизотропия теплопроводности NdGaO_3 может быть связана как с анизотропией скоростей звука, так и с анизотропией времени релаксации фонон-фононного процесса рассеяния. Поскольку фононный спектр исследуемого кристалла имеет большое число оп-

Таблица 4

Рассчитанные физические характеристики монокристалла NdGaO_3 (B — модуль объемного сжатия, B_H , m_H — модули объемного сжатия и сдвига в приближении изотропного тела [15], Θ_D , Θ_{DH} , v_l , v_t)

B	B_H	m_H	Θ_D	Θ_{DH}	v_l	v_t
10^{10} дин/см^2			К		10^5 см/с	
190,0	191,6	92,4	512,7	514,2	6,45	3,49

тических мод, естественно предположить, что основными механизмами рассеяния фононов, обуславливающими тепловое сопротивление в высокотемпературной области в NdGaO_3 , являются резонансное рассеяние акустических фононов этими модами и фонон-фононное рассеяние (с перебросом). Коэффициент теплопроводности для любого выбранного кристаллографического направления рассчитывался по формуле

$$\lambda(T) = \frac{k_B^2}{2\pi^2\hbar^3v} \int_0^{\Theta_D/T} \tau(x) \frac{x^4 e^x}{(1-e^x)^2} dx ,$$

где k_B — постоянная Больцмана; \hbar — постоянная Планка; v — средняя скорость звука вдоль направления теплового потока; $x = \hbar\omega/k_B T$, $\tau(x)$ — эффективное время релаксации фононов. Эффективное обратное время релаксации $\tau^{-1}(\omega)$ имеет вид

$$\tau^{-1}(\omega) = \tau_U^{-1}(\omega) + \tau_{res}^{-1}(\omega) ,$$

где $\tau_U^{-1}(\omega)$, $\tau_{res}^{-1}(\omega)$ — обратные времена релаксации для U -процессов и резонансного рассеяния соответственно,

$$\tau_U^{-1}(\omega) = A_U \omega^2 \exp(-E/T) ,$$

параметр A_U характеризует интенсивность процесса рассеяния, а E — энергия активации U -процессов. Обратное время релаксации фононов для упругого резонансного рассеяния акустических фононов оптическими модами определяется выражением [15]

$$\tau_{res}^{-1}(\omega) = \frac{3}{2\pi\hbar^2} \sum \frac{M^4 C(\omega_0)}{\rho^2 v^7} \times \omega^4 \left(\frac{2\omega_0^2}{\omega_0^2 - \omega^2} \right)^2 \left(1 - \tanh^2 \frac{\beta\omega_0}{2} \right) ,$$

где ρ — плотность; $C(\omega_0)$ — число оптических мод с частотой ω_0 в единице объема; M — параметр связи акустических и оптических мод; v — скорость звука и $\beta = \hbar/k_B T$; суммирование ведется по всем оптическим модам. Для упрощения расчетов предполагалось, что резонансное рассеяние фононов происходит на одной эффективной оптической моде с частотой ω_0 . Согласие между рассчитанными и экспериментальными значениями теплопроводности показано на рис. 2. Оптимальные значения подгоночных параметров M , ω_0 , E и A_U , полученные при наилучшем совпа-

дении расчетных кривых с экспериментальными данными для двух кристаллографических направлений, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Оптимальные подгоночные параметры для описания коэффициента теплопроводности NdGaO_3 для двух кристаллографических направлений (при оценке M использовались $\rho = 7,57 \text{ г/см}^3$, $C(\omega_0) = 9,9 \cdot 10^{23} \text{ см}^{-3}$)

Направление	Параметры			
	M , К	ω_0 , К	A_U , $\text{с} \cdot \text{К}^{-3}$, 10^{-18}	E , К
[110]	1467	277	4,3	180
[001]	1230	270	4,3	180

Как видно, параметры, характеризующие фононофононное взаимодействие, E , A и резонансная частота эффективной оптической моды ω_0 , не зависят от кристаллографического направления. Эффективная частота ω_0 расположена в интервале значений оптических мод [11,12]. Анизотропия же теплопроводности NdGaO_3 связана с зависимостью параметра M (матрицы взаимодействия акустических и оптических фононов) от кристаллографического направления.

Заключение

Представлены результаты комплексного исследования образцов перовскитоподобных кристаллов NdGaO_3 , полученных из одного монокристалла. Итоги работы можно сформулировать следующим образом:

- уточнены параметры кристаллической решетки NdGaO_3 ;
- исследована скорость звука вдоль основных кристаллографических направлений;
- по данным скоростей звука вычислены модуль объемного сжатия B и температура Дебая ($\Theta_D = 512,7 \text{ К}$);
- проведены измерения относительного изменения скорости звука вдоль направления [001] в интервале температур 170–270 К;
- исследована теплопроводность в интервале температур 30–300 К, обнаружено, что коэффициент теплопроводности вдоль направления [001] в 1,4 раза выше, чем вдоль направления [110];
- оценена величина взаимодействия акустических и оптических фононов в предположении его зависимости от кристаллографического направления.

Авторы выражают благодарность В. Г. Манжेलю за поддержку работы и А. П. Бродянскому за стимулирующую дискуссию.

1. G. Koren, A. Gupta, E. A. Giess, A. Segmuller, and Laibowitz, *Appl. Phys. Lett.* **54**, 1054 (1989).
2. H. M. O'Bryan, P. K. Gallagher, G. W. Berkstresser, and C. D. Brandle, *J. Mater. Res.* **5**, 183 (1990).
3. J. Blasco, M. Castro, and J. Garcia, *J. Phys. Condens. Matter* **6**, 5875 (1994).
4. W. Marti, P. Ficher, F. Altorfer, H. J. Sheel, and M. Tadam, *J. Phys. Condens. Matter* **6**, 127 (1994).
5. A. Podlesnyak, S. Rosenkranz, F. Faunt, W. Marti, A. Furrer, A. Mirmelstein, and H. J. Scheel, *J. Phys. Condens. Matter* **5**, 8973 (1993).
6. S. B. Ubizskii, L. O. Vasylechko, D. I. Savytskii, A. O. Matkovskii, and I. M. Syvorotka, *Supercond. Sci. Technol.* **7**, 766 (1994).
7. L. Vasylechko, L. Akselrud, W. Morgenroth, U. Bismayer, A. Matkovskii, and D. Savytskii, *HASYLAB Reports* (1998).
8. D. Cahill and R. O. Pohl, *Ann. Rev. Chem.* **39**, 93 (1988).
9. Н. Г. Бурма, А. Л. Гайдук, С. В. Жерлицын, И. Г. Колобов, В. Д. Филь, А. С. Панфилов, И. В. Свечкарев, А. П. Гесь, С. Н. Барило, Д. И. Жигунов, *ФНТ* **18**, 247 (1992).
10. Е. В. Безуглый, Н. Г. Бурма, И. Г. Колобов, В. Д. Филь, И. М. Витебский, А. Н. Книгавко, Н. М. Лавриненко, С. Н. Барило, Д. И. Жигунов, Л. Е. Сошников, *ФНТ* **21**, 86 (1995).
11. M. C. Saine, E. Husson, and H. Brusset, *Spectrochim. Acta* **37A**, 985 (1981).
12. P. Calvani, M. Capizzi, F. Donato, P. Dore, S. Lupi, P. Maselli, and C. P. Varsamis, *Physica* **C181**, 289 (1991).
13. Ф. И. Федоров, *Теория упругих волн в кристаллах*, Наука, Москва (1965).
14. Т. Д. Шермергор, *Теория упругости микронеоднородных сред*, Наука, Москва (1977).
15. M. N. Wybourne, B. J. Kiff, D. N. Batchelder, D. Greig, and M. Sahota, *J. Phys.* **C18**, 309 (1985).

Structure, sound velocity and thermal conductivity of NdGaO_3 perovskite

A. I. Krivchikov, B. Ya. Gorodilov, I. G. Kolobov, A. L. Erenburg, D. I. Savytskii, S. B. Ubizskii, L. M. Syvorotka, and L. O. Vasylechko

X-ray (300 K) and ultrasonic (77–270 K) studies and measurement of thermal conductivity (30–300 K) of NdGaO_3 monocrystal in various crystallographic directions were carried out. The crystalline lattice parameters of NdGaO_3 were improved. In the basic crystallographic directions the absolute velocities of sound were measured, the elastic constants and the Debye temperature were calculated. The observed anisotropy of the thermal conductivity is described the framework of the gas-kinetic model and is associated with the anisotropy of the parameters of interaction of acoustical and optical phonons.