

НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИФВД РАН В 2021 г.

Однофотонные эмиттеры на основе одиночных примесно-вакансионных GeV центров в нанодиамазах.

В.А. Давыдов¹, Л.Ф. Куликова¹, Р. Детурш², М. Нахра², К. Куто², Д. Алшамма³, В.Н. Агафонов⁴

¹Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук

²Laboratory Light, Nanomaterials and Nanotechnologies, University of Technology of Troyes, France

³Laboratory of Informatics, Robotics and Microelectronics, University of Montpellier, France

⁴GREMAN, Universite de Tours, France

Проведена полная характеристика фотонных эмиттеров на основе оптически активных GeV центров в нанодиамазах. Установлено, что все характеристики эмиттеров – нанометровый размер алмаза; «одиночность» центров и «однофотонность» люминесценции; ширина линии, яркость и стабильность фотолюминесценции; поляризационный контраст – находятся на уровне рекордных мировых показателей. Продемонстрирована возможность усиления скорости излучения одиночных GeV оптических центров в алмазе в 6 раз путем их помещения в круговые плазмонные брэгговские полости. Это выдвигает полученные нанодиамазы в число наиболее перспективных кандидатов на роль твердотельных однофотонных эмиттеров для различных квантово-физических систем, функционирующих при комнатной температуре.

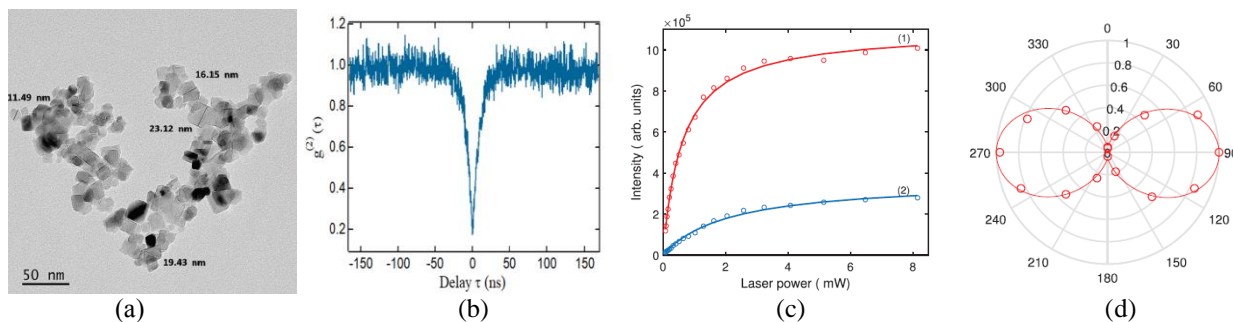


Рис. 1. СЭМ изображения нанодиамазов (а), вид автокорреляционной функции второго порядка, свидетельствующий о одиночной природе GeV центра в нанодиамазе (б), зависимости интенсивности фотолюминесценции от мощности возбуждающего излучения для различных GeV центров, демонстрирующие скорости счета одиночных фотонов на уровнях $0.2-1 \cdot 10^6$ имп./сек (с), поляризационная зависимость излучения одиночного GeV центра (д).

M. Nahra, D. Alshamaa, R. Deturche, V. Davydov, L. Kulikova, V. Agafonov, and C. Couteau, "Single germanium vacancy centers in nanodiamonds with bulk-like spectral stability", AVS Quantum Sci., 3, 012001 (2021). Doi: 10.1116/5.0035937

Тема Госзадания: 0032-2021-0003 «Синтез при высоких давлениях новых материалов, в том числе функциональных наноматериалов, и исследование их свойств».

Направление ПФНИ: 1.3. «Физические науки», подраздел 1.3.2. «Физика конденсированных сред и физическое материаловедение».

Новые низкоэнергетические дефекты в кристаллах с алмазоподобными и графитоподобными решетками

М.В. Кондрин¹, В.В. Бражкин¹, Ю.Б. Лебедь²

¹Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук
²Институт ядерных исследований Российской академии наук

Предложены и изучены новые типы низкоэнергетических дефектов упаковки в алмазоподобных и графитоподобных структурах. Показано, что при высоких температурах вклад данных дефектов в термодинамику кристаллов позволяет объяснить избыточную теплоемкость многих веществ (германий, кремний, графит, алмаз) по сравнению с «классическим» значением. Макроскопически большие времена установления равновесной концентрации данных дефектов (10^{-5} - 10^{-2} сек) вблизи температуры плавления приводят к качественно различному поведению тепловых характеристик кристаллов в импульсных и статических экспериментах.

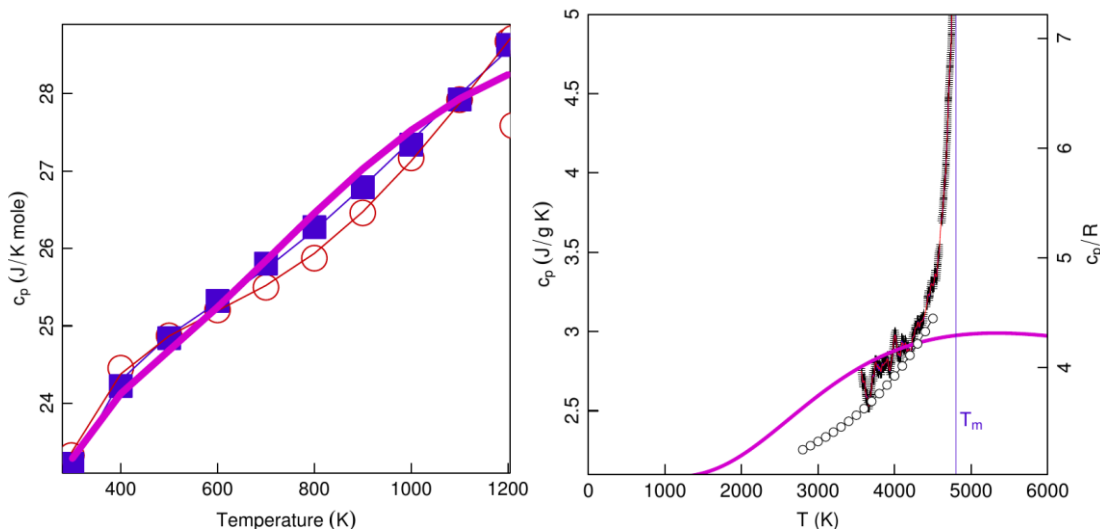


Рисунок: Высокотемпературная теплоемкость германия (левый график) и графита (правый график). Символы -- экспериментальные данные, жирные фиолетовые кривые -- теоретический расчет, учитывающий накопление планарных дефектов.

1. **M.V. Kondrin, Y.B. Lebed, and V.V. Brazhkin**, "Extended Defects in Graphene and Their Contribution to the Excess Specific Heat at High Temperatures", *Physical Review Letters*, **126** (16), 165501, 2021.
2. **M. Kondrin, Y. Lebed and V. Brazhkin**, "Intrinsic planar defects in germanium and their contribution to the excess specific heat at high temperatures", *Phys. Status Solidi B.*, <https://doi.org/10.1002/pssb.202100463>
3. **В.В. Бражкин**, «Почему статистическая механика «работает» в конденсированных средах?», *УФН* **191**, (10), 1107-1116, 2021.

Грант РФФИ № 19-12-00111.

Направление ПФНИ: 1.3. «Физические науки», подраздел 1.3.2. «Физика конденсированных сред и физическое материаловедение».

Установлена природа температурного уширения линии люминесценции центров окраски (GeV и SnV) в алмазе.

А.А. Разгулов, С.Г. Ляпин, А.П. Новиков, Е.А. Екимов

Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук

Экспериментально исследовано влияние давления и температуры на фотолюминесценцию примесно-вакансионных центров GeV и SnV в алмазе. Произведён анализ полученных температурных зависимостей вкладов электрон-фононного взаимодействия (ЭФВ) в уширение и сдвиг бесфононной линии и сравнение этих зависимостей с существующими теоретическими моделями. В результате было установлено, что основной причиной большой величины ЭФВ является сильное смягчение упругих постоянных при оптическом возбуждении бесфононной линии.

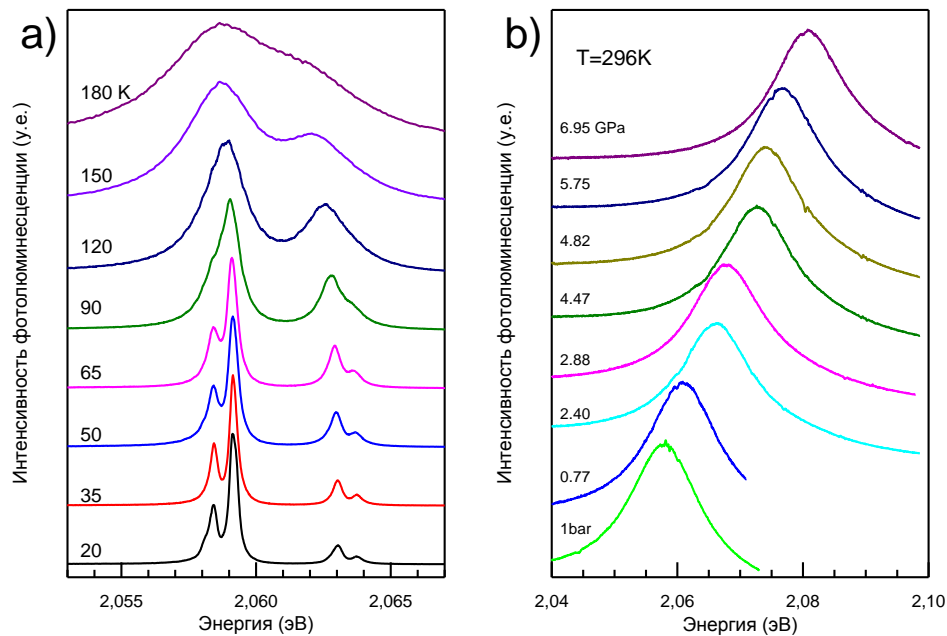


Рисунок 1. Эволюция бесфононной линии GeV центра с ростом температуры (a) и давления (b)

1. A.A. Razgulov, S.G. Lyapin, A.P. Novikov, E.A. Ekimov, "Low-temperature photoluminescence study of SnV centers in HPHT diamond", *Diamond Related Materials*, **116**, 108379, 2021.

2. A.A. Razgulov, S.G. Lyapin, A.P. Novikov, E.A. Ekimov, "Low-temperature photoluminescence study of GeV centres in HPHT diamond", *Journal of Luminescence*, **242**, 2022.

Полученные результаты были освещены в СМИ:

1. Пресс-службой РФФ (<https://www.rscf.ru/news/physics/fiziki-obyasnili-zavisimost-svecheniya/>);

2. Изданием «Научная Россия» (<https://scientificrussia.ru/articles/fiziki-obasnili-zavisimost-svecenia-defektnyh-almazov-ot-temperature>);

3. Изданием «Газета.ru» (https://www.gazeta.ru/science/news/2021/11/19/n_16885849.shtml?updated)

Грант РФФ № 19-12-00407.

Направление ПФНИ: 1.3. «Физические науки», подраздел 1.3.2. «Физика конденсированных сред и физическое материаловедение».

Аномальное поведение электронной и магнитной структуры в нецентросимметричном тяжелофермионном соединении YbNiC_2 при высоких давлениях

А.В. Цвященко¹, Д.А. Саламатин¹, В.А. Сидоров¹, Н.М. Щелкачев¹, М.В. Магницкая¹, Л.Н. Фомичева¹, А.Е. Петрова², N. Martin³, J. Guo⁴, C. Huang⁴, Y. Zhou⁴, L. Sun⁴

¹Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук

²Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук

³Université Paris-Saclay, CNRS, CEA, LLB, Gif-sur-Yvette, France

⁴Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, P.R. China

Для нового тяжелофермионного соединения без центра инверсии YbNiC_2 впервые проведены исследования намагниченности, теплоемкости, электросопротивления и дифракции нейтронов при высоких давлениях и в сильных магнитных полях; также проведены первопринципные расчеты электронной структуры. При нормальном давлении в этом соединении наблюдается состояние кондо-решетки. При давлении 5 ГПа происходит переход в антиферромагнитное состояние, а ионы Yb переходят в трехвалентное состояние. Ферми-поверхность YbNiC_2 имеет большие параллельные участки, при этом нестинг приводит к образованию волны зарядовой плотности, наблюдаемой экспериментально при высоких давлениях. Таким образом новое соединение YbNiC_2 имеет богатую фазовую диаграмму, включающую различные типы магнитного и электронного упорядочения.

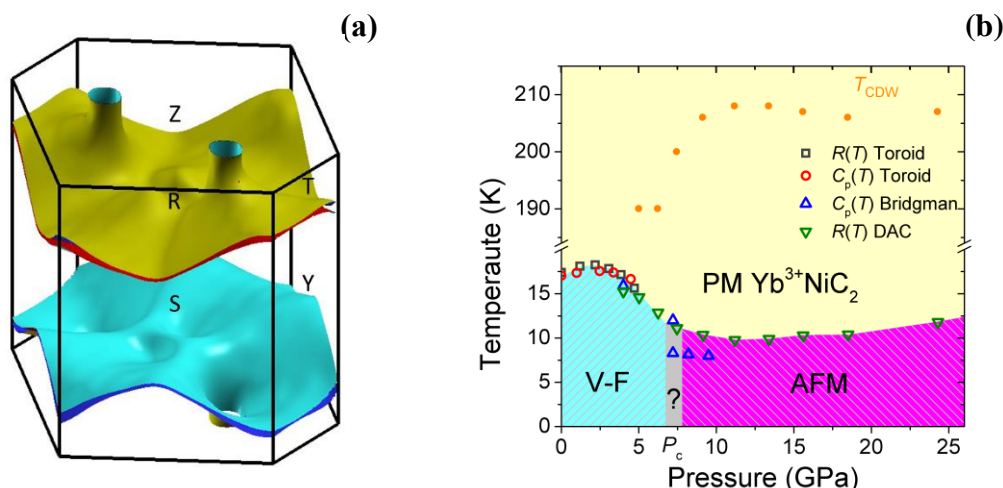


Рис. 1. (a) DMFT-расчет: ферми-поверхность YbNiC_2 при $T=300$ К. (b) Обобщенная P - T фазовая диаграмма YbNiC_2 : PM – парамагнитное состояние с трехвалентным Yb; V-F – область валентных флуктуаций Yb; AFM – антиферромагнитное состояние; ? – область возможного сосуществования валентных флуктуаций и магнетизма; желтыми точками обозначена T_{CDW} – температура перехода с образованием ВЗП.

D.A. Salamatin, V.A. Sidorov, N.M. Chitchekatchev, M.V. Magnitskaya, N. Martin, A.E. Petrova, L.N. Fomicheva, J. Guo, C. Huang, Y. Zhou, L. Sun, and A.V. Tsvyashchenko, "Pressure influence on the valence and magnetic state of Yb ions in noncentrosymmetric heavy-fermion YbNiC_2 ", *Phys. Rev. B*, **103**, 235139 (2021) doi: 10.1103/PhysRevB.103.235139.

Тема Госзадания: 0032-2021-0004 «Фазовые переходы (в том числе квантовые) в условиях сильного сжатия и уравнивания состояния. Сильно коррелированные электронные системы при высоких давлениях».

Направление ПФНИ: 1.3. «Физические науки», подраздел 1.3.2. – «Физика конденсированных сред и физическое материаловедение».

Фазовые превращения под давлением в киральных магнетиках FeGe и MnGe: сходство и различия.

Л.В. Камаева¹, М.В. Магницкая¹, Н.М. Щелкачев¹, А.А. Сулов², А.В. Цвященко¹

Выполнены сравнительные исследования фазовых превращений в FeGe и MnGe при изменении температуры T и давления P . С помощью первопринципных расчетов найдены наиболее выгодные структуры и определены их области стабильности на P - T фазовой диаграмме (ФД). Для FeGe получены известные ранее структуры, тогда как для MnGe, помимо единственной известной метастабильной фазы B20, обнаружено несколько новых фаз, в том числе модификация с очень редко встречающейся структурой (139). Эксперименты по дифференциальной сканирующей калориметрии показали, что при нагреве метастабильные фазы B20-FeGe и B20-MnGe переходят в равновесное состояние через аналогичную последовательность фазовых превращений.

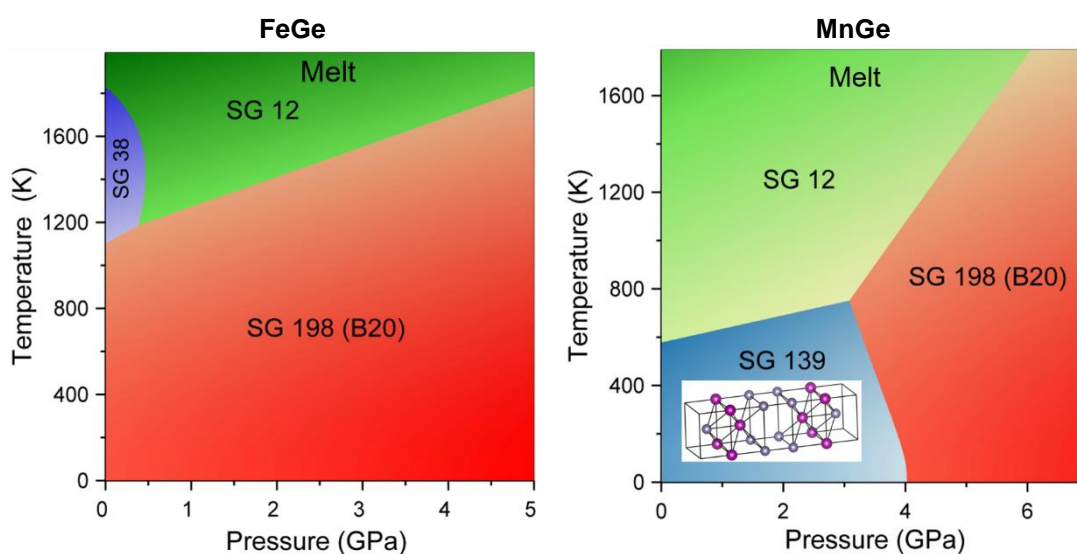


Рисунок 1. Расчетные P - T фазовые диаграммы FeGe и MnGe. Области стабильности фаз отмечены номерами их пространственных групп (Space Groups). На вставке: структура новой тетрагональной фазы MnGe (SG №139), найденной эволюционным поиском.

L.V. Kamaeva, N.M. Chtchelkatchev, A.A. Suslov, M.V. Magnitskaya, A.V. Tsvyashchenko, «Structural and thermal stability of B20-type high-pressure phases FeGe and MnGe» Journal of Alloys and Compounds, 888, 161565 (2021).

Грант РФФ № 18-12-00438.

Направление ПФНИ: 1.3. «Физические науки», подраздел 1.3.2. «Физика конденсированных сред и физическое материаловедение».