

Фізико-технічний інститут

низьких температур

ім. Б.І. Веркіна

2020





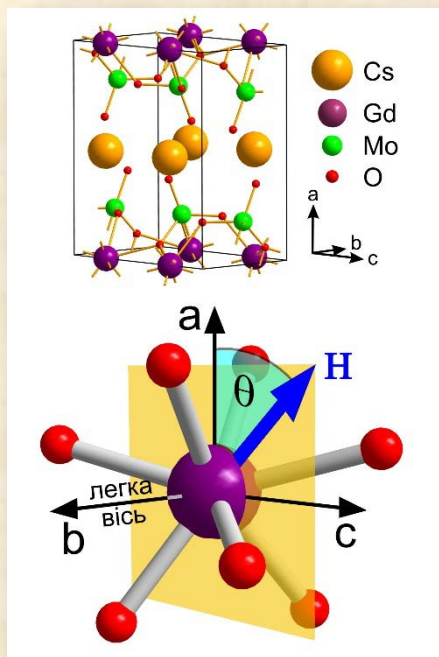
Анізотропія магнеторезонансних властивостей шаруватого парамагнетика $\text{CsGd}(\text{MoO}_4)_2$

Х.В. Кутько, В.М. Хрустальов та ін.

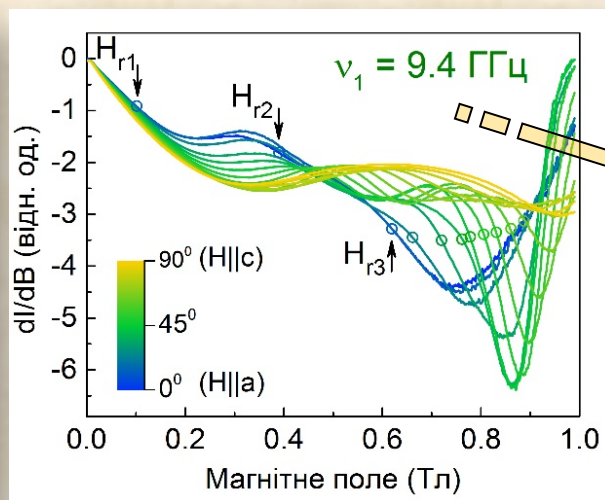
J. Phys.: Condens. Matter **32** (2020) 385801 (6pp)

$\text{CsGd}(\text{MoO}_4)_2$ є перспективним матеріалом завдяки можливості його застосування в якості магнітних охолоджувачів, а також як матриці для створення новітніх люмінесцентних перетворювачів та комірок сонячних батарей.

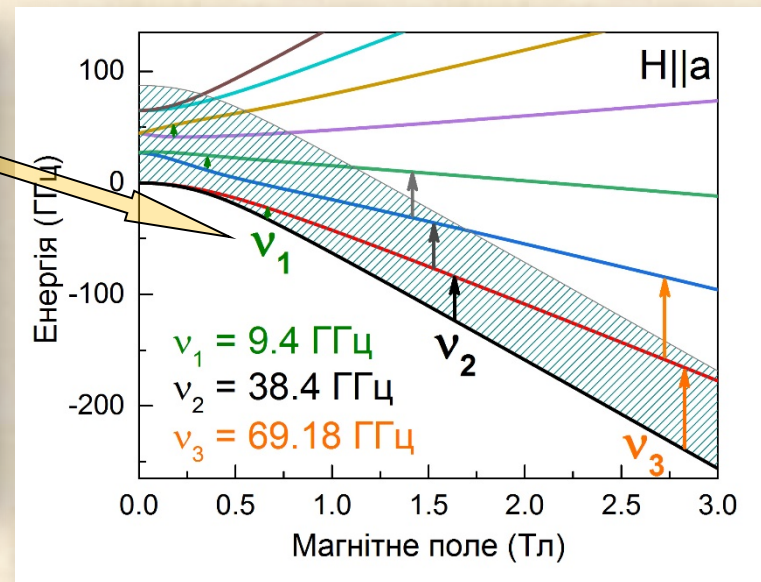
Вперше виявлено і пояснено анізотропію магнеторезонансних властивостей $\text{CsGd}(\text{MoO}_4)_2$ та отримано структуру енергетичних рівнів іонів гадолінію в магнітному полі.



Кристалічна структура та кисневе оточення магнітного іона



Вид спектрів ЕПР при різних кутах нахилу магнітного поля.



Діаграма енергетичних рівнів іону Gd^{3+} .

Значна анізотропія обумовлена ромбічними спотвореннями кисневого оточення іону Gd^{3+} .

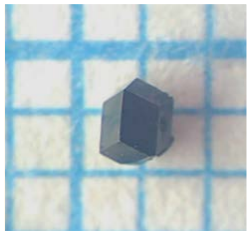
Визначені параметри кристалічного поля:

$$B_2^0 = -1600 \text{ МГц} \quad B_2^2 = -1150 \text{ МГц}$$

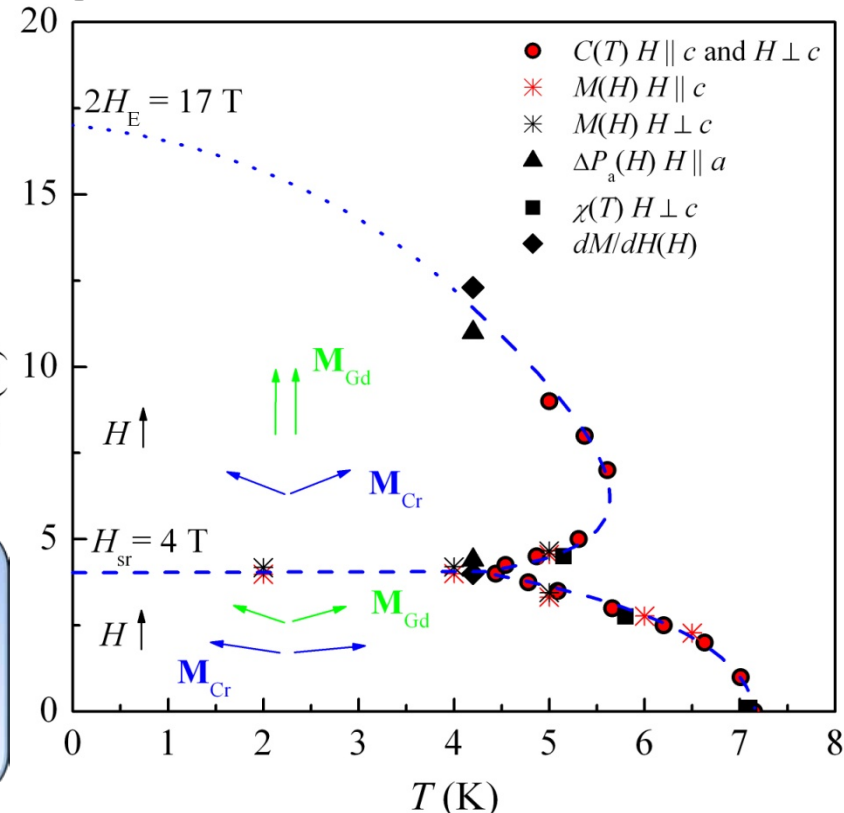
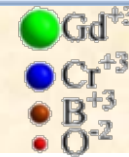
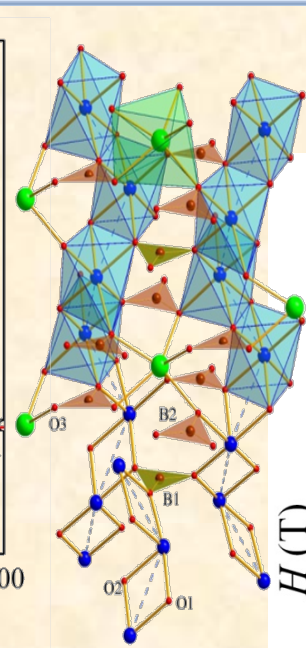
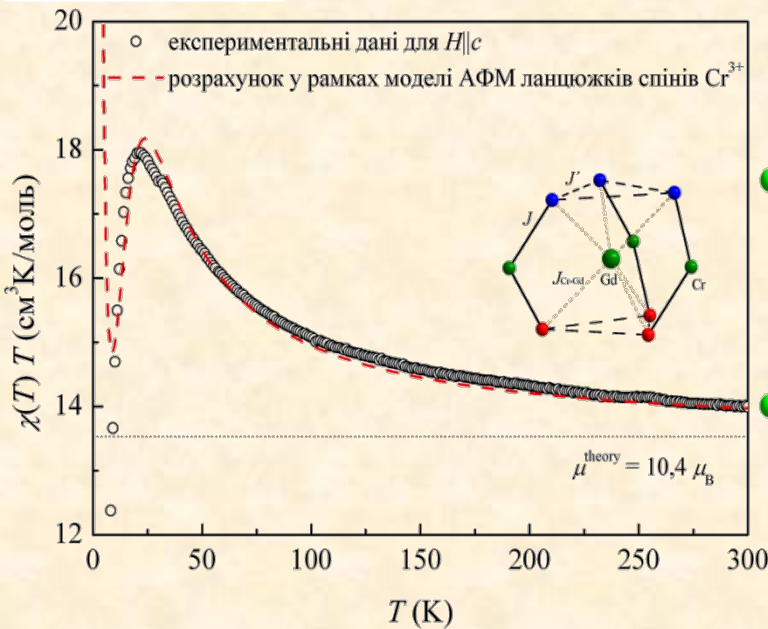


ОСОБЛИВОСТІ МАГНІТНИХ ТА МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ, Н-Т ФАЗОВА ДІАГРАМА МОНОКРИСТАЛУ $\text{GdCr}_3(\text{BO}_3)_4$

О.М. Блудов, Ю.О. Савіна, М.І. Кобець, В.М. Хрустальов, В.М. Савицький, акад. НАН України С.Л. Гнатченко та ін.
(*J. Magn. Magn. Mat.* 512, P. 167010, 2020)



Вперше одержано Н-Т фазову діаграму $\text{GdCr}_3(\text{BO}_3)_4$



Магнітна сприйнятливість $\text{GdCr}_3(\text{BO}_3)_4$ описується моделлю АФМ ланцюжків спінів Cr^{3+} ($J/k = 4 \text{ K}$). Міжланцюжкова взаємодія здійснюється через ФМ зв'язки іонів $\text{Cr}-\text{Cr}$ ($J'/k = -0,7 \text{ K}$) та $\text{Gd}-\text{Cr}$ ($J_{\text{Cr-Gd}}/k = -0,2 \text{ K}$)



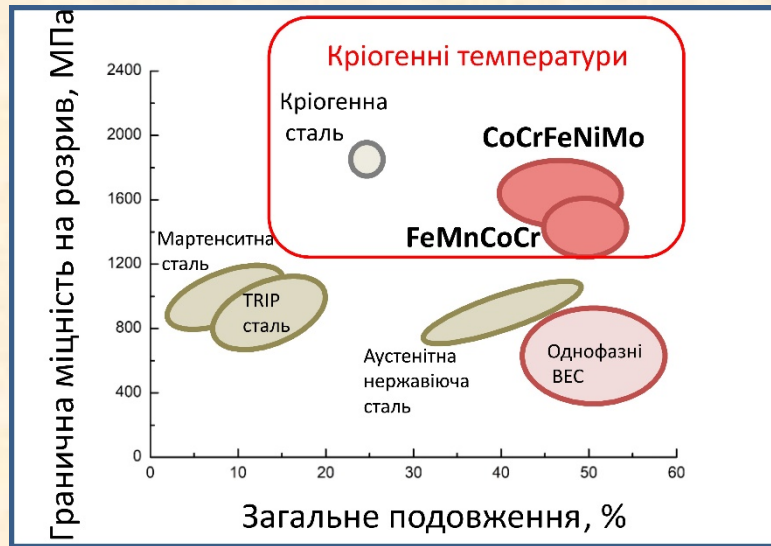
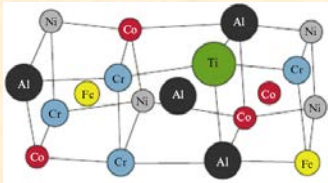
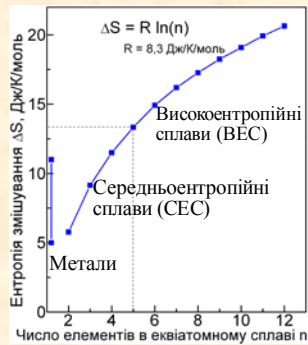
Поєднання рекордно високої міцності та пластичності при криогенних температурах у високоентропійних сплавах

О.Д. Табачнікова, С.Е. Шумілін, Т.В. Григорова, Ю.О. Шаповалов, Ю.О. Семеренко

Металофізика та новітні технології 43, 2021; Вісник ХНУ 32, 2020, с. 41-48.

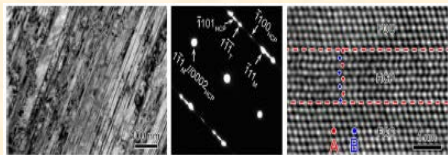
Новітній клас полікомпонентних металевих сплавів з підвищеним значенням ентропії змішування завдяки викривленої кристалевій решітці має унікальні фізико-механічні властивості в широкому інтервалі температур від підвищених до криогенних.

Вперше експериментально реалізовано поєднання рекордно високої міцності і пластичності ряду нееквіатомних високо-ентропійних сплавів на основі заліза, марганцю, хрому та кобальту при охолодженні до наднизьких температур.



Зареєстроване співвідношення «міцність-пластичність» на рівні міцності порядку 1700 МПа та пластичності ~ 40-50% є рекордним для криогенних температур та удвічі перевищує аналогічні характеристики відомих криогенних сталей.

Досліджено, що фізичний механізм цього явища є посилення процесів двійникування та енергетично вигідних фазових перетворень ГЦК-ГЦП в умовах низьких температур.



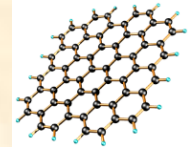
У FeCoCrNi БЕС під час криогенної деформації відбувається фазова ГЦК→ГЦП трансформація структури. [Q. Lin, J.Liu at all., MATER. RES. LETT., 2018 V. 6, N4, 236–243]

	$\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{30}\text{Co}_{10}\text{Cr}_{10}$	$\text{Co}_{17.5}\text{Cr}_{12.5}\text{Fe}_{55}\text{Ni}_{10}\text{Mo}_5$	Криогенна сталь 12X18H10T
Температура, К	4,2	4,2	20
Міцність, МПа	1513	1651	1730
Пластичність, %	47	45	24

Ці результати відкривають шлях для створення нових надміцних конструкційних матеріалів



«Створення та дослідження структурних та теплових властивостей просторово-орієнтованих наносистем, нанокомпозитів і складних кристалів для новітніх технологій»



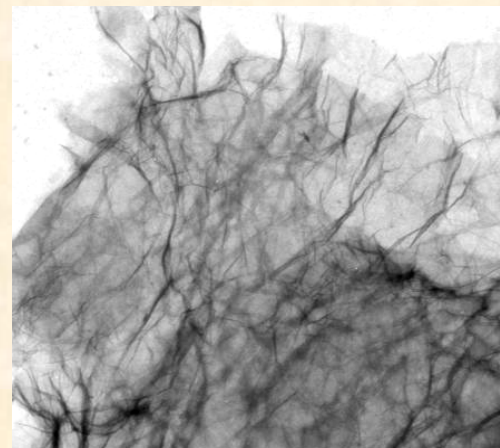
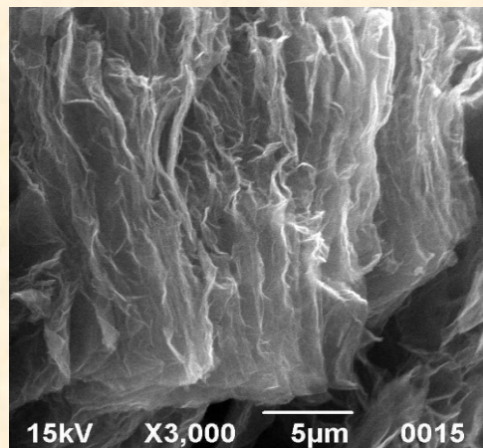
(за програмою КПКВК 6541230)

О.В. Долбин, М.А. Вінніков, В.Б. Єсельсон, В.Г. Гаврилко, Р.М. Баснукаєва, М.В. Ісаєв,
П.А. Забродін, С.В. Чередніченко

Сворено нанокомпозитні клейові компаунди, які засновані на графені – найміцнішому двовимірному вуглецевому матеріалі.

Прикладення одновісного тиску приводить до упорядкування графенових площин у шарі композиту і підвищує міцність клейових з'єднань у **3,6** рази

Нанокомпозитні клейові компаунди поєднують такі властивості, як добра адгезія, висока механічна міцність на зсув, широкий інтервал температур застосування, відсутність крихкості, мінімальна усадка при затвердінні.



Фізичні механізми пластичної деформації нанокристалічного титану

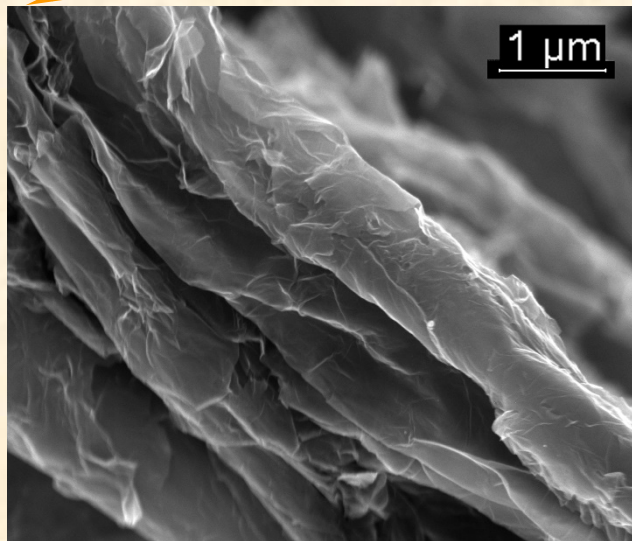


НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА ТЕПЛОЄМНІСТЬ ТЕРМІЧНО ВІДНОВЛЕНОГО ОКСИДУ ГРАФЕНУ

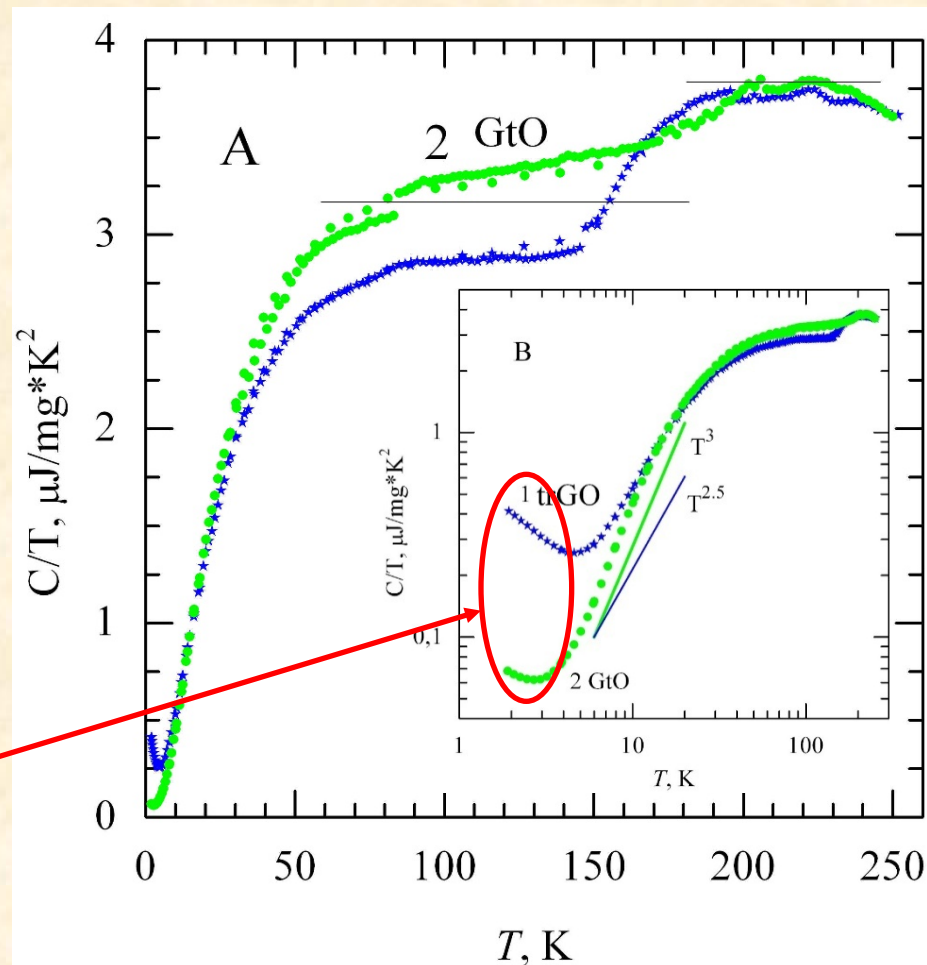
В.В. Сумароков, А. Jeżowski, D. Szewczyk, О.В. Долбин, М.А. Вінніков, М.І. Багацький

LTP/FNT 46, #3, 364 (2020)

Зображення відновленого оксиду графену в електронному мікроскопі



Виявлено аномалії типу Шоттки на кривих теплоємності відновленого оксиду графену (trGO) і оксиду графіту (GtO)



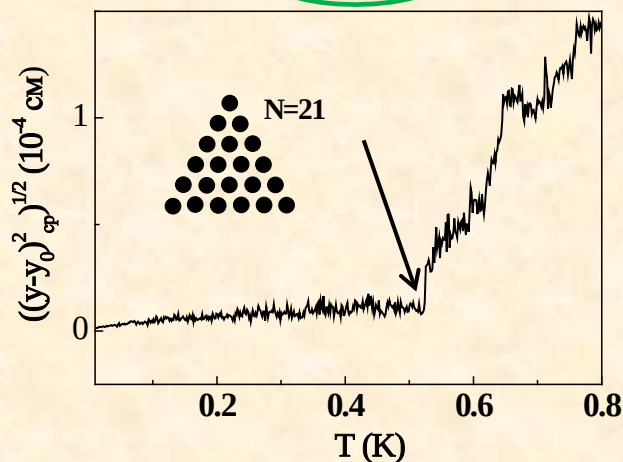


Плавлення двовимірних електронних кластерів різної форми

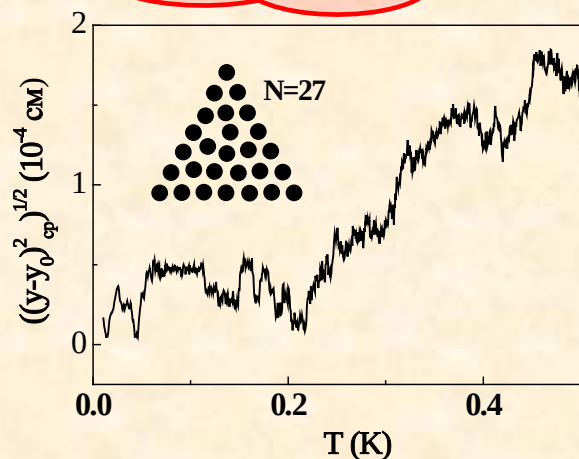
В.Ю. Сивоконь, С.С. Соколов ФНТ, 46, 1161 (2020)

комп'ютерний експеримент

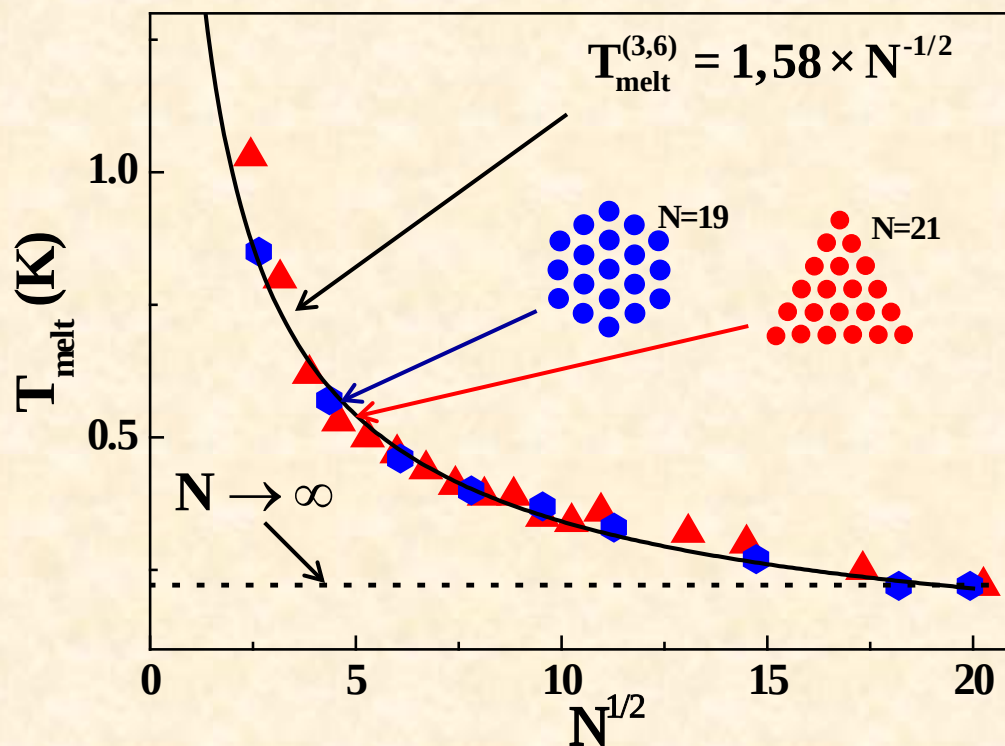
Ідеальний кластер
чіткий перехід



Кластер з дефектом
нечіткий перехід



Вперше виявлено залежність
температури плавлення
кластеру від числа часток



В кластерах з дефектами виявити температуру плавлення
неможливо



Селективне детектування складних газових сумішей в режимі реального часу: концепція, метод, інструменти

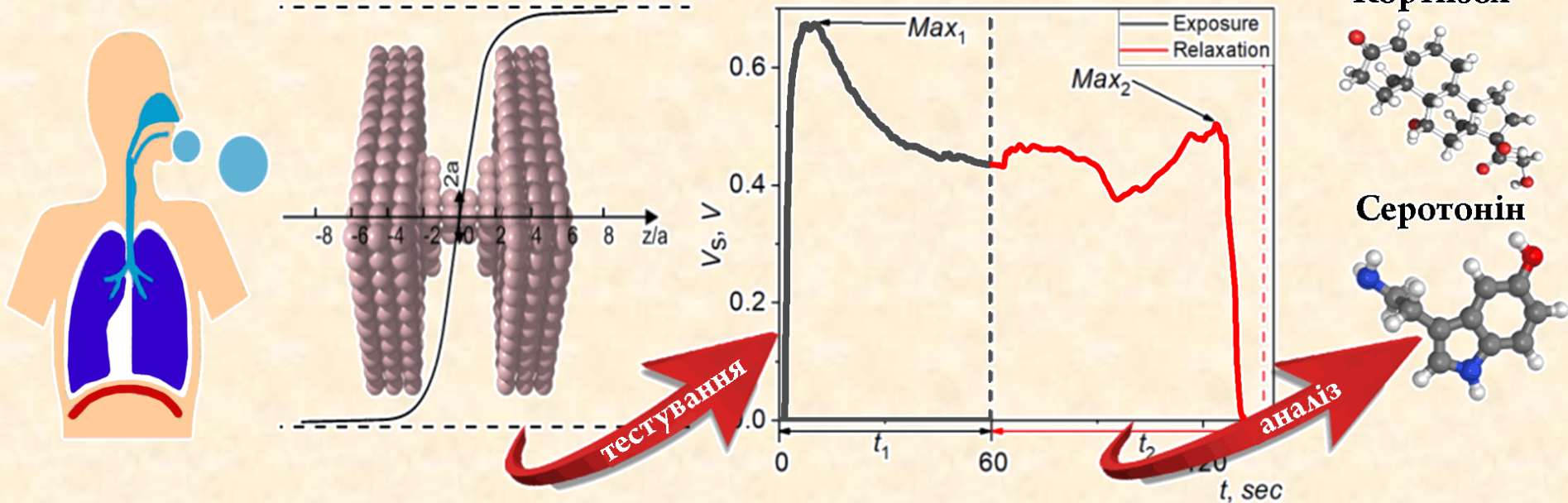
*О.П. Поспелов, В.І. Бєлан, Д.О. Гарбуз, В.Л. Вакула,
Л.В. Камарчук, Ю.В. Волкова, Г.В. Камарчук*

Beilstein Journal of Nanotechnology 11, 1631–1643 (2020)

Складний спектральний відгук сенсора на основі точкових контактів Янсона – унікальний квантовий відбиток досліджуваного газового середовища

Вперше виявлено і розшифровано ділянки спектра видихуваного газу, що містять інформацію про серотонін та кортизол у крові людини

Точковий контакт Янсона



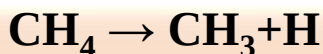
Новий неінвазивний метод дає змогу практично безпомилково кількісно оцінити рівень стресу організму, який ще навіть не проявляється емоційно



Фотоліз CH_4 в матриці Ar при збудженні електронами та генерація термо-концентраційних автоколивань

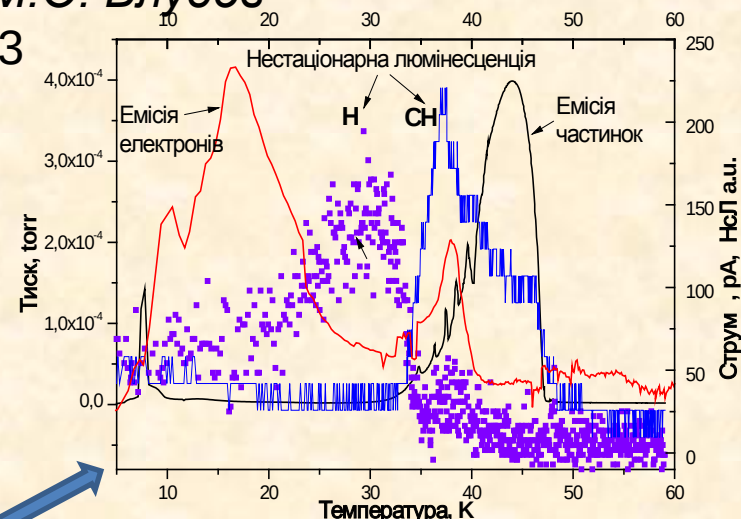
О.В. Савченко, І.В. Хижний, С.О. Уютнов, М.О. Блудов

J. Mol. Struct., **1221** (2020) 128803

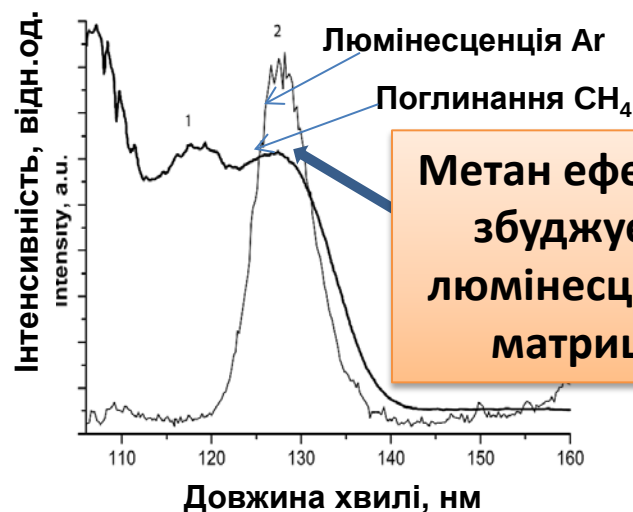


Доведено, що радикал CH є маркером радикалів CH_3 .

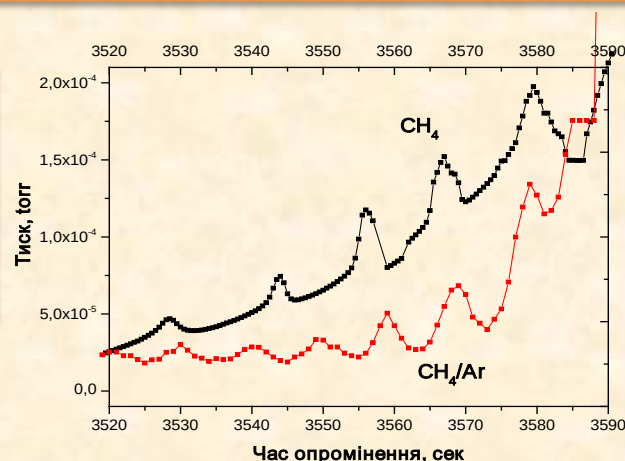
Вперше
реалізовано
ефект селективного
«внутрішнього
фотолізу»
 CH_4 в матриці Ar



Термо-концентраційна поведінка CH і H радикалів та емісії частинок при нагріванні під пучком електронів. Падіння концентрації радикалів CH_3 вказує на їх рекомбінацію з виділенням енергії, що витрачається на викид частинок.



Метан ефективно
збуджується
люмінесценцією
матриці Ar



Генерація
автоколивань
відбувається
внаслідок
нестабільності в
системі метил-
радикалів CH_3

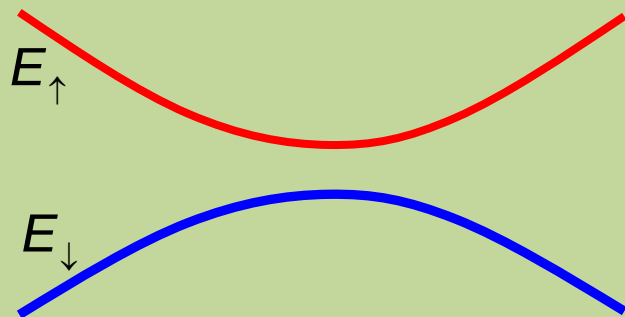


Спіновий кубіт як аналог квантового теплового двигуна

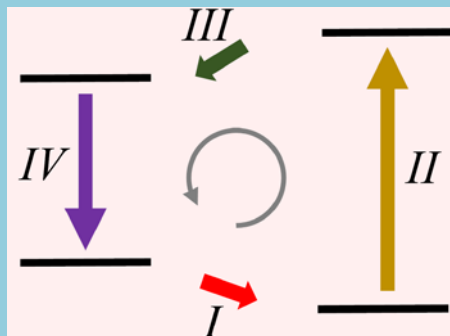
К. Оно, С.М. Шевченко, та ін.

Phys. Rev. Lett. **125**, 166802 (2020)

Кубіт – квантова дворівнева система:

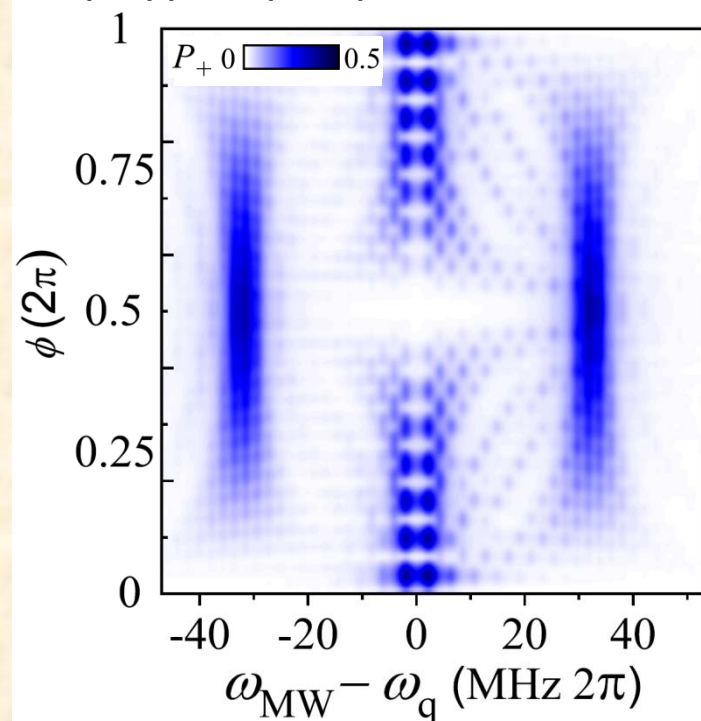


Еволюція квантового теплового двигуна:



- (I) «розширення»: $\Delta E \uparrow$;
- (II) «контакт з нагрівником»: $P_+ \uparrow$;
- (III) «стиснення»: $\Delta E \downarrow$;
- (IV) «контакт з холодильником»: $P_+ \downarrow$.

Квантова інтерференція –
результат суперпозиції циклів
«теплового двигуна» та
«рефрижератора»



*Такі дослідження розширюють
наші уявлення про мезоскопічні
системи та розвивають
квантовий інструментарій.*

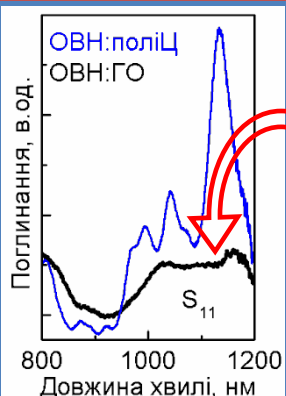


Нековалентна взаємодія одностінних вуглецевих нанотрубок з графеном/оксидом графену: спектроскопічні та теоретичні дослідження

О.Ю. Гламазда, С.Г. Степаньян, М.В. Карачевцев, О.М. Плехотніченко, Л. Адамович,
В.О. Карачевцев, *Physica E*, 124, 114279, 2020

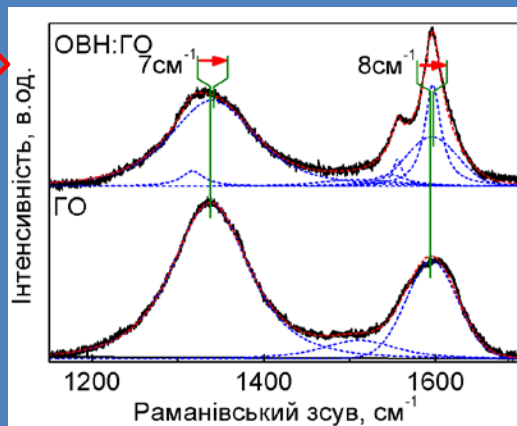
Вперше створено та досліджено нанокомпозитні плівки з оксиду графену (ГО) та одностінних вуглецевих нанотрубок (ОВН). Експериментально виявлено та теоретично обґрунтовано виникнення помітної деформації структури як ГО, так і ОВН та перенесення заряду між компонентами композиту.

Спектроскопія наногібридів ГО та ОВН:ГО

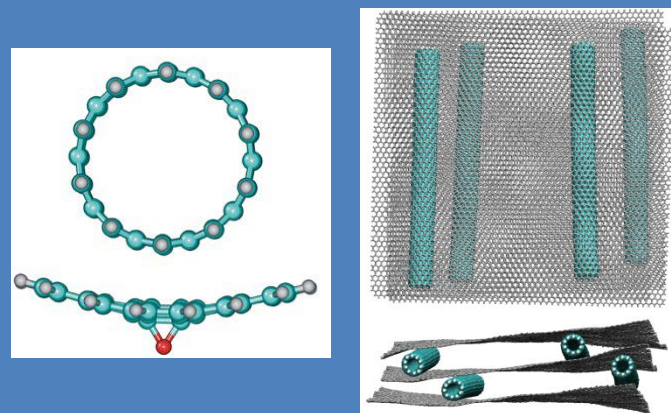


В спектрах оптичного поглинання наногібридів ОВН:ГО виявлено зниження інтенсивності смуг поглинання ОВН, що обумовлено частковим перенесенням заряду

Аналіз раманівських спектрів наногібридів ОВН:ГО виявив зсув та перерозподіл інтенсивності смуг, що належать до ГО та ОВН, що обумовлено перенесенням заряду та наявністю деформацій



Теоретичні дослідження комплексів ОВН:ГО



За результатами теоретичних розрахунків вираховано енергетичні характеристики наногібридів ОВН:ГО, показано їх стабільність та виявлено деформацію ОВН та ГО.

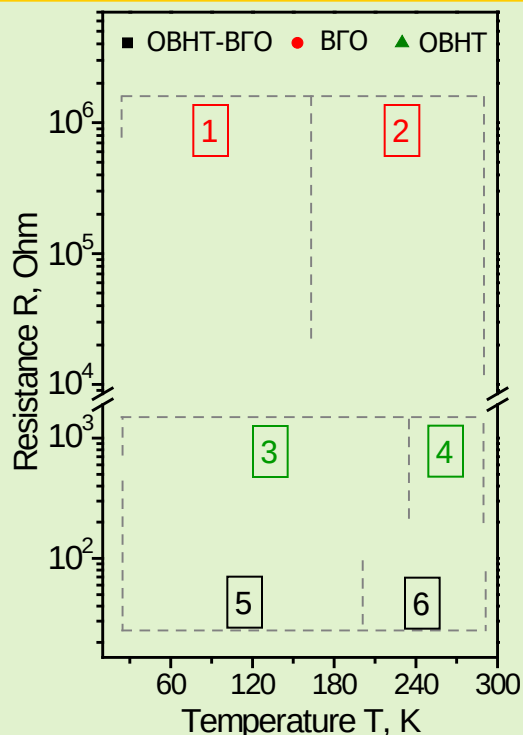
Отримані результати мають важливе як наукове так і практичне значення та можуть бути використані при розробці тонких гнучких сенсорних елементів, при виробництві суперконденсаторів та літєвих батарей.



Порівняння температурної залежності електропровідності композитної плівки ОБНТ-ВГО з плівками ВГО та ОБНТ

М.В. Курносів, О.С. Лінник, В.О. Карачевцев (*Low Temp. Phys.* 46, 2020, 285-292)

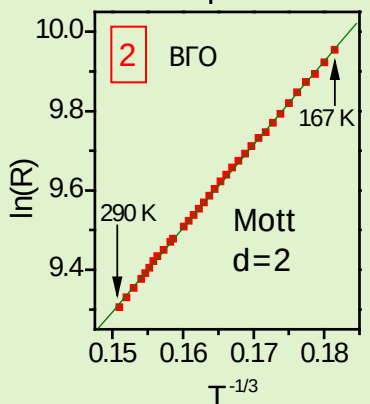
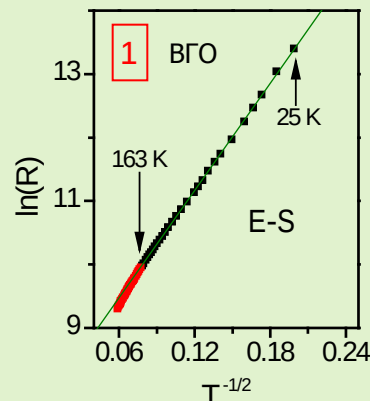
Температурні залежності опору плівок нанотрубок (ОБНТ), відновленого оксиду графену (ВГО), композиту (ОБНТ-ВГО).



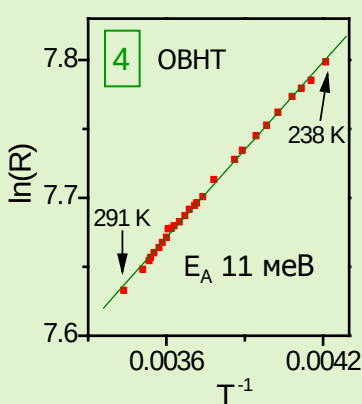
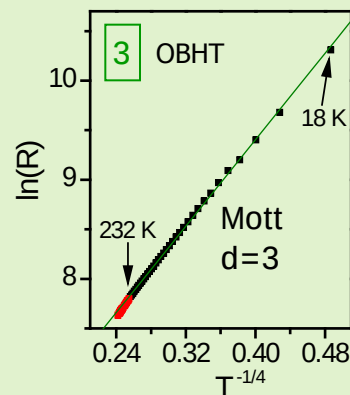
Опір плівок описується подібно до неупорядкованих напівпровідників.

$$R = R_0 \exp(T_m / T)^{1/(1+d)}$$

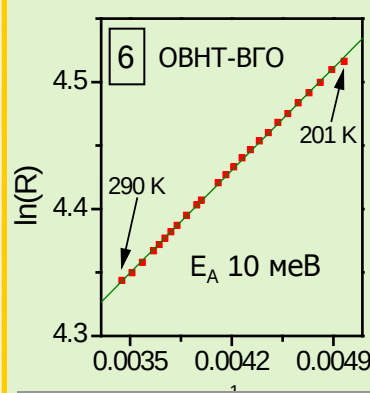
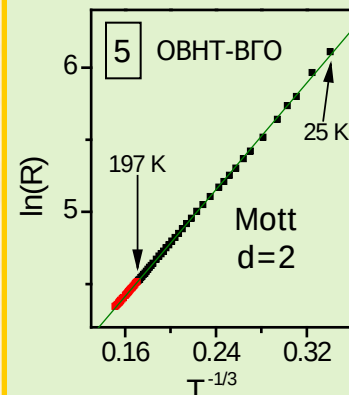
Апроксимації залежностей опору плівок в різних температурних діапазонах



Для ВГО при низьких температурах виявлено провідність Ефроса-Шкловського (1). При ~ 165 K відбувається перехід до двовимірної провідності Мотта (2).



Плівка ОБНТ при низьких температурах демонструє тривимірну провідність Мотта (3), що біля 235 K змінюється надбар'єрною активацією (4).



В композиті ОБНТ-ВГО провідність Мотта (5) і перехід до активційного механізму (6) виявлено при менших температурах порівняно до плівок ВГО та ОБНТ відповідно.

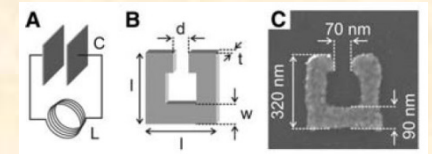
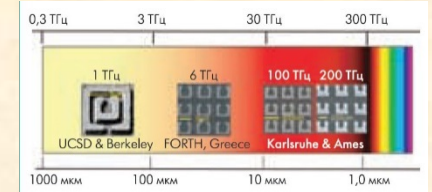
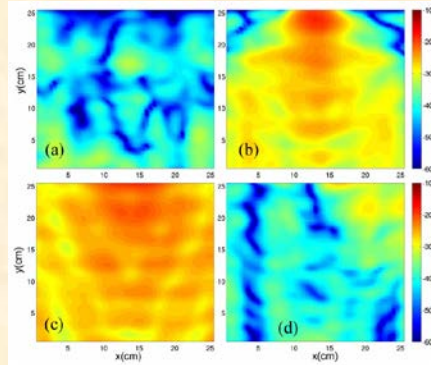
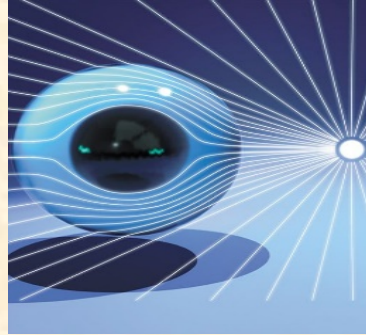
Нанотрубки в композиті можуть виконувати роль провідних містків та зменшувати електричний опір, при цьому зберігається двовимірний характер електронного транспорту.



МЕТАСТАБІЛЬНІ БРИЗЕРИ ТА ЛОКАЛЬНИЙ ДІАМАГНЕТИЗМ В ДВОВИМІРНИХ НЕЛІНІЙНИХ МЕТАМАТЕРІАЛАХ

О.В. Чаркіна, М.М. Богдан (LTP, V.46, 712-723, 2020)

Побудовано теорію локальної від'ємної магнітної проникності у 2D метаматеріалах

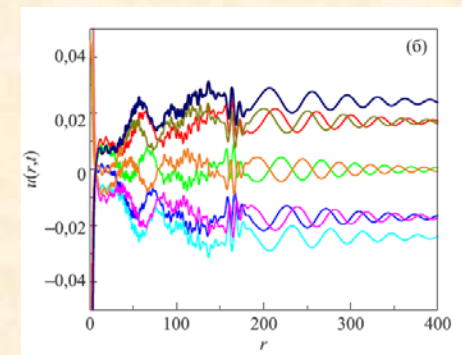
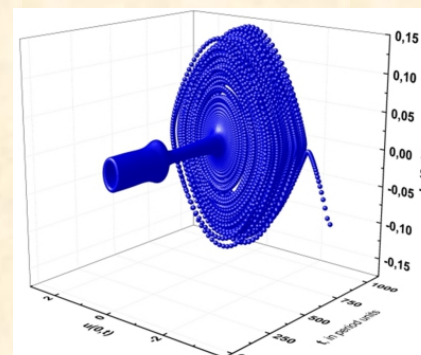
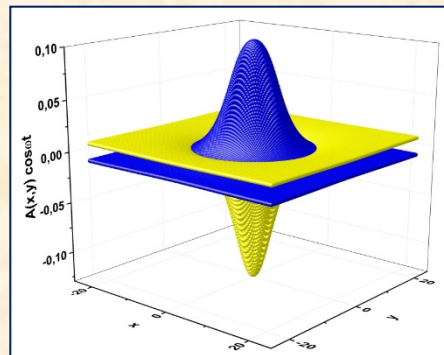
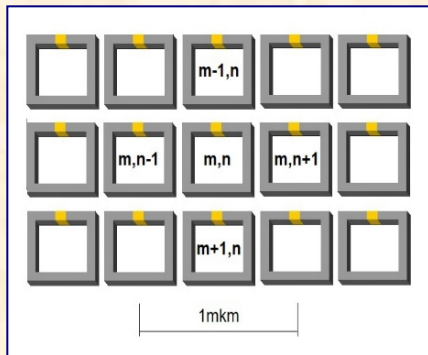


Нелінійне 2D рівняння, довгоживучі бризери, намагніченість, локальний діамagnetизм і хаотичні явища

$$u_{tt} - \Delta(u - \beta u_{tt}) + u - \sigma u^3 = e_0 \cdot \sin(\omega t)$$

$$u(x, y, t) \approx A(x, y) \cdot \sin \omega t$$

$$M(x, y, t) \propto \chi(x, y) H_0 \cos \omega t \propto u_t$$



Фрагмент 2D нелінійного метаматеріалу

Осциляції намагніченості метаматеріалу

Еволюція фазового портрету бризера

Генерація бризером хаотичних хвиль

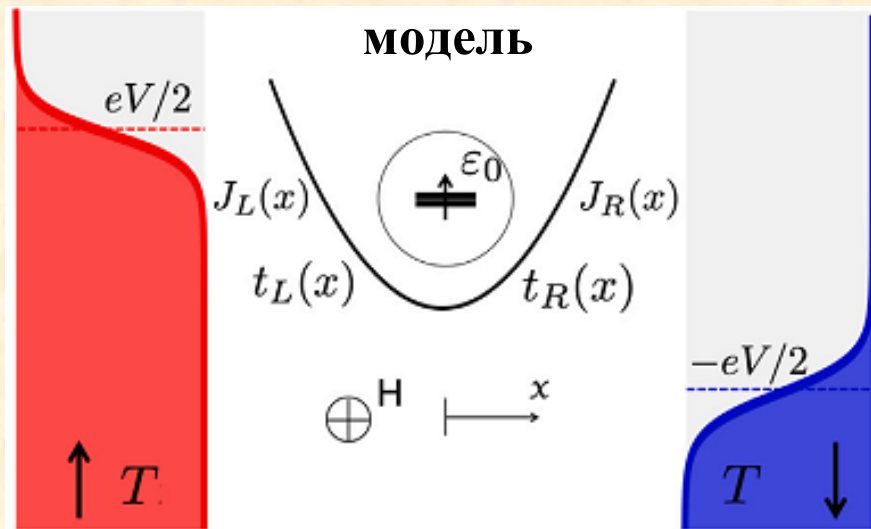
Спін-поляронні ефекти при електричному шатлюванні

в одномолекулярному транзисторі з магнітними електродами

I.B. Криве, O.O. Ільїнська та ін. Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, 2020

Як коливання квантової точки (КТ)

пливають на вольт-амперні характеристики спітронного транзистора?



$V < V_0$ – малоамплітудні загасаючі коливання (вібронний режим)

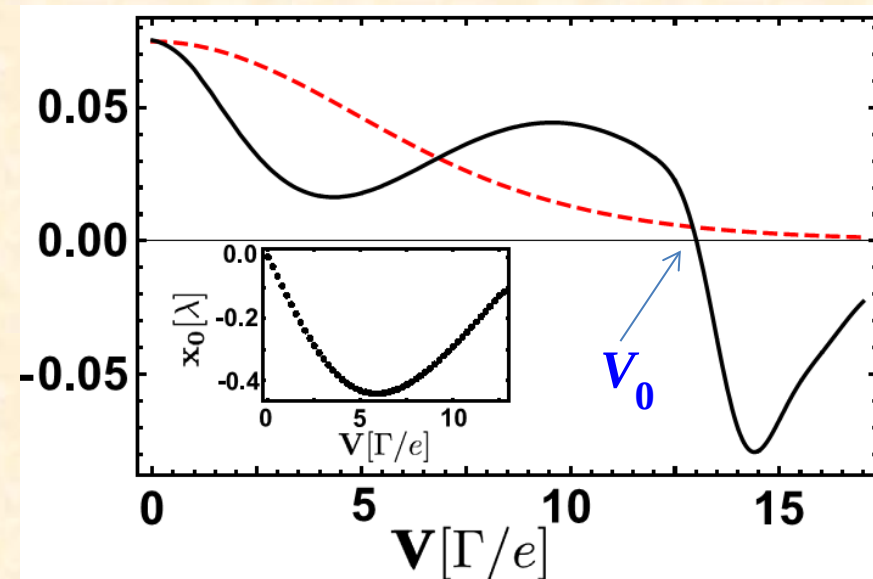
$V > V_0$ – шатлівський режим коливань

Диференціальний кондактанс

червона крива – нерухома КТ

чорна – рухома КТ

$dI/dV[I_m e / \Gamma]$



Теоретично показано, що в вібронному режимі коливань квантової точки диференціальний кондактанс є немонотонною функцією електричної напруги, а в шатлівському режимі коливань диференціальний кондактанс є