

Низькотемпературна і наднизькотемпературна мікрохвильова ЕСР спектроскопія магнітних низькорозмірних структур:

- радіоспектроскопія штучних магнітних і немагнітних матеріалів;
- взаємодія НВЧ хвиль з низькорозмірними магнітними композитами;
- фізика і техніка радіоспектроскопії електронного магнітного резонансу в міліметровому діапазоні;
- фізика і техніка низьких температур для радіоспектроскопії;
- планарні фотонні кристали для магнітної радіоспектроскопії

Відповідальні: Недух С. В. (к.ф.-м.н.), Вакула А. С. (м.н.с.), Тарапов С. І. (чл.-корр. НАНУ)

Результати досліджень

- виявлено і досліджено ефект гігантського магнітоімпедансу в магнітній багатошаровій наноструктурі $Fe(Co/Cu)_n$ в мм діапазоні довжин хвиль. Показано, що в діапазоні $\nu = 30-150$ ГГц і магнітних полів $H = \pm 1000$ Е ефект гігантського магнітоімпедансу обумовлений спін-залежним розсіюванням електронів провідності в наноструктурі
- виявлено і досліджено ефект тунельного магнітоімпедансу в магнітних гранулярних структурах $Co-TiO$, $Co-AlO$ в мм діапазоні довжин хвиль. Показано, що ефект тунельного магнітоімпедансу має максимальну величину в металевій області перколяційного переходу «метал-діелектрик», встановлено, що в діапазоні магнітних полів $H = \pm 2000$ Е ефект тунельного магнітоімпедансу обумовлений спін-залежним розсіюванням електронів провідності в наноструктурі

Експериментальне обладнання

1. Кріомагнітний радіоспектроскопічний комплекс міліметрових довжин хвиль (науковий об'єкт - «Національне надбання України»), основна функція:

радіоспектрометр *БУРАН* електронного спінового резонансу з наступними основними параметрами



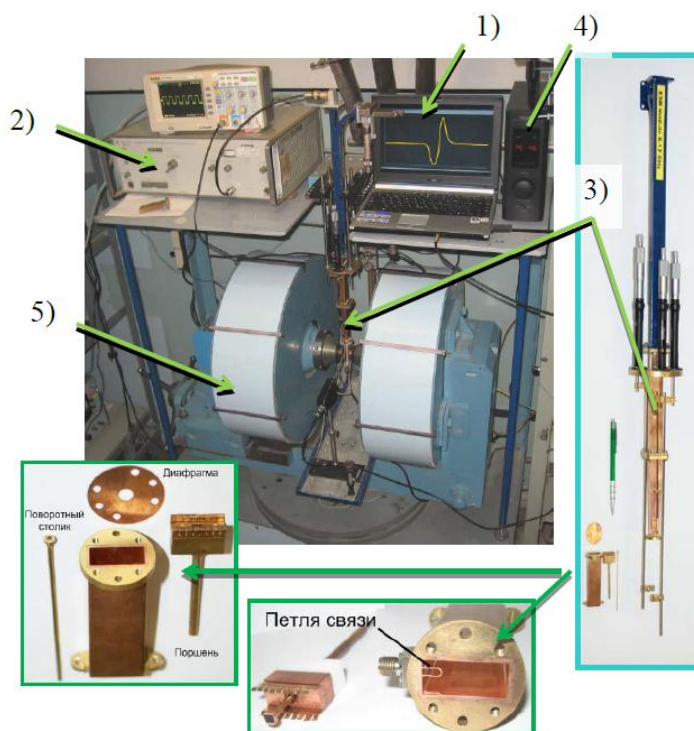
Frequency band - 75GHz -150GHz
Temperature band - 0.3K-150K
Magnetic field - up to 7T
Cooling system - Top-loading
closed-cycle He refrigerator with
the working chamber volume -
200cm³ .

2. Радіоспектрометр «КВАРК» та методика реєстрації феромагнітного резонансу і намагніченості (відповідальні Недух С.В., Вакула А.С.)

Радіоспектрометр «КВАРК», (входить до складу об'єкта - «Національного надбання України») для досліджень феромагнітного резонансу нанокompatитів матеріалів.

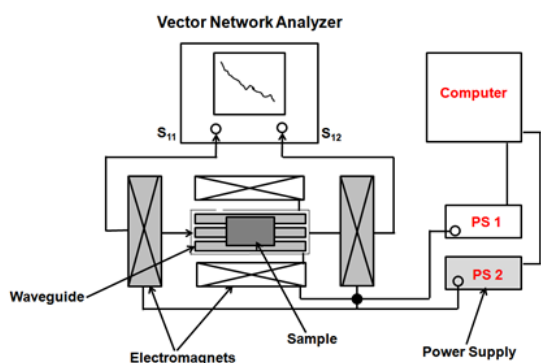
НВЧ - електронний блок спектрометра постійно модернізується і включає в себе:

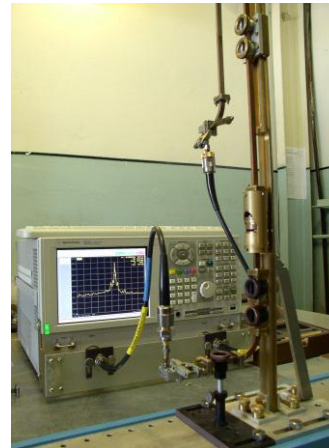
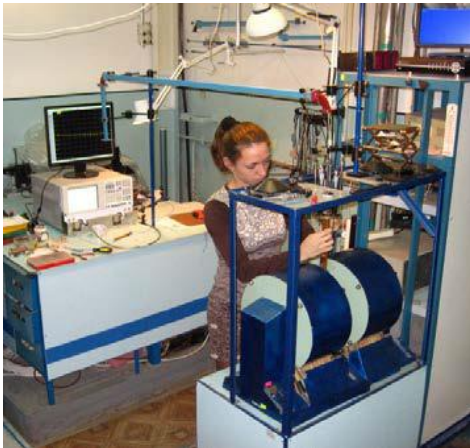
1. систему реєстрації на основі спеціально розробленого високошвидкісного аналогово-цифрового і цифро-аналогового перетворювача, який виконує функцію підсилювача сигналу і синхродетектора (оригінальна розробка - А.С.Вакула)
2. комплект НВЧ-генераторів на діапазони частот 7-12, 25-35, 37-50 ГГц.
3. набір НВЧ-модулів, для магніторезонансного експерименту, побудовані на основі набору оригінальних резонаторів закритого і відкритого типу.
4. малошумливі підсилювачі низької частоти для посилення слабких сигналів
5. електромагніту постійного магнітного поля 0-2 Т, і модуляційних котушок електромагніту малих змінних магнітних полів
6. сімейства спеціально розроблених програм для управління комплексом і обробки результатів експерименту



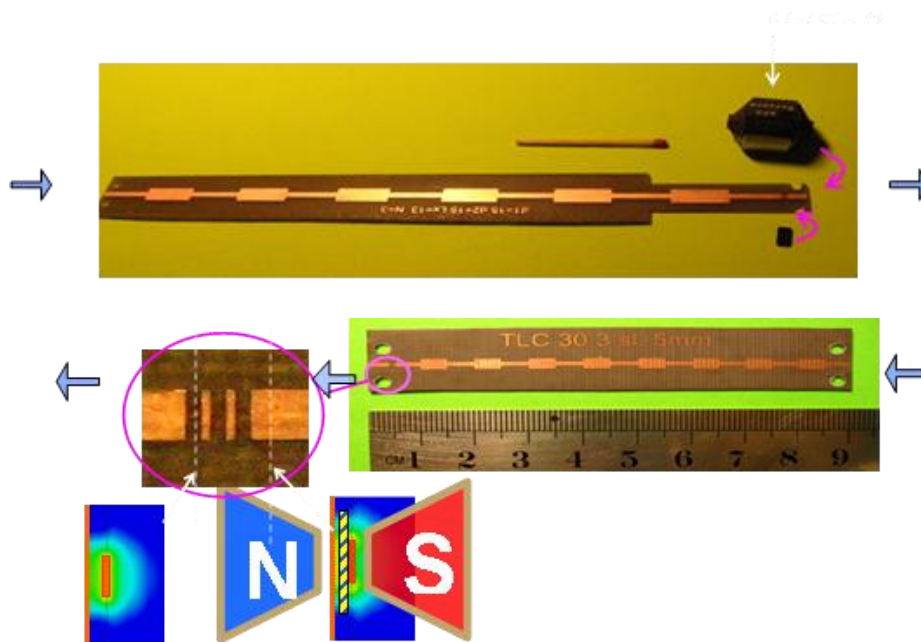
3. VNA-ЕСР-спектрометр електронного спінового резонансу з одночасним скануванням і постійного магнітного поля, і частоти.

Спектрометр побудований на базі набору НВЧ модулів, Векторного Аналізатору Кіл NA5230A і сімейства спеціалізованих комп'ютерних програм обробки даних і управління експериментом.

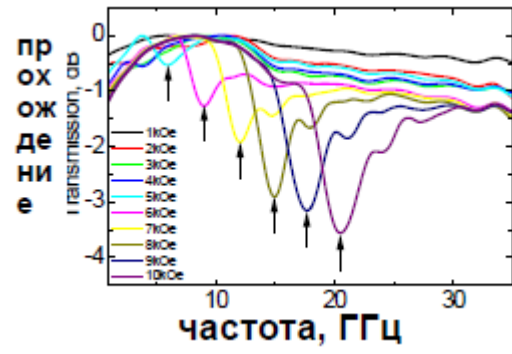
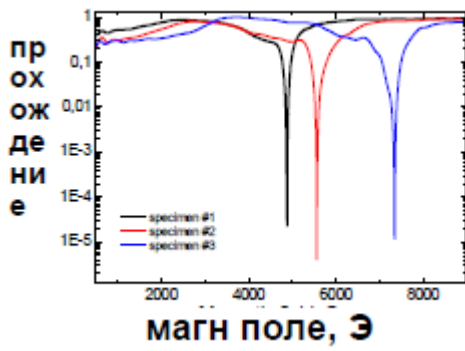




Комірка Електронного Спінового Резонансу на основі Планарного Фотонного Кристалу [5] - для дослідження квазі-двовимірних магнетиків

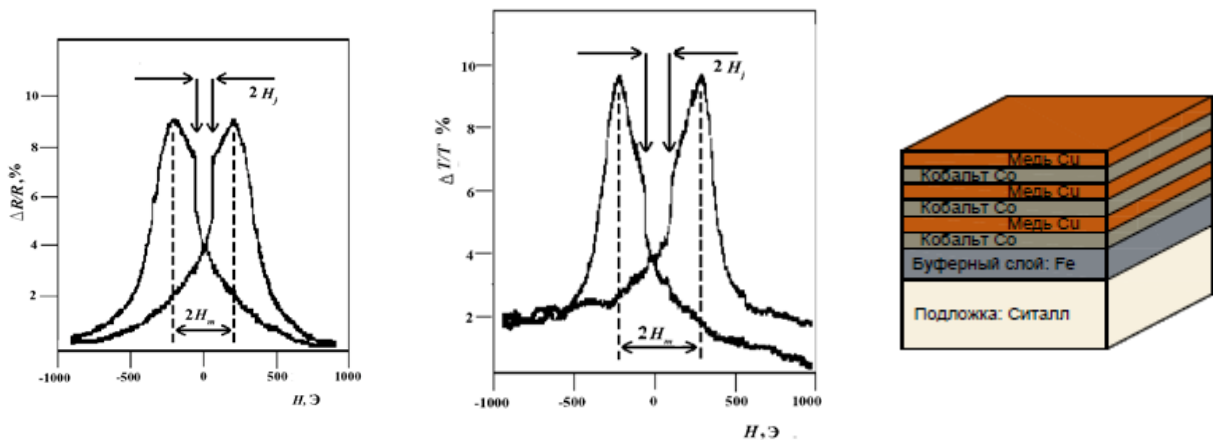


Реперні ФМР -пікі при скануванні магнітного поля (а) і частоти (б)

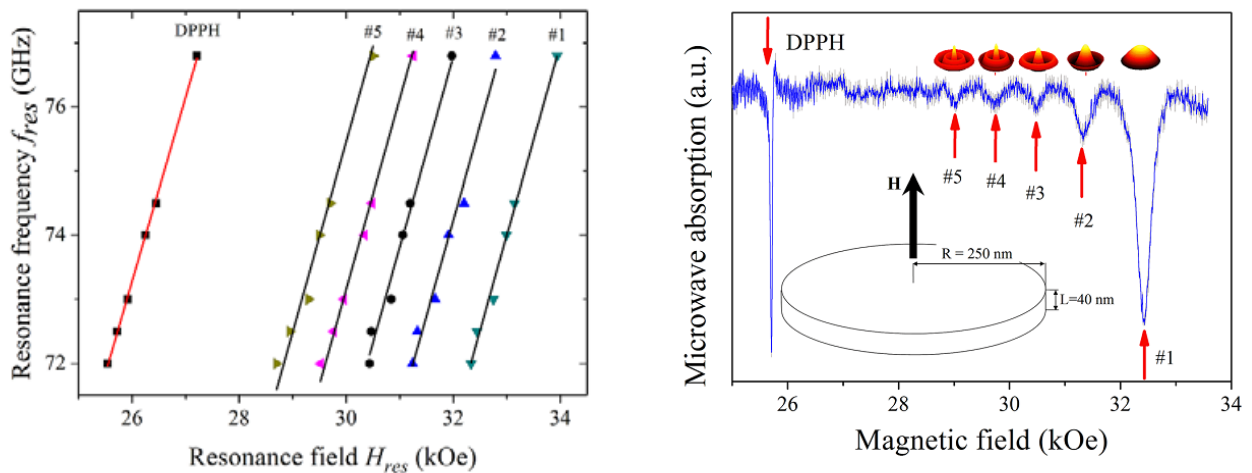


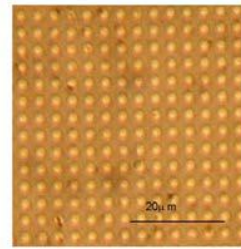
Основні результати:

1. Виявлено ефект спін-залежного розсіювання електронів провідності на постійному струмі, на частоті 44 ГГц (ефекти гігантського магнітоопору - ГМС і гігантського магнітоімпедансу - ГМІ) в магнітній багат шаровій структурі [4]:



2. Виявлено збудження однорідної і перших 4-х неоднорідних спінових мод в структурованому масиві магнітних нанодісков в міліметровому діапазоні хвиль [1-3]





Детальний виклад результатів представлено в публікаціях:

1. A. Moskaltsova, S. Nedukh, M. P. Proenca, C. T. Sousa, A. Vakula, G. N. Kakazei, S. I. Tarapov, J. P. Araujo Study of magnetoelastic and magnetocrystalline anisotropies in $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}$ nanowire arrays *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 374 (2015) 663–668
2. D.P. Belozorov, A.A. Girich, A.N. Moskaltsova, S.I. Tarapov, S.V. Nedukh Microwave Analogue of Tamm states in periodic chain-like structures *PIER Letters*, Vol. 46, pp 7-12 (2014)
3. S. I. Tarapov, D. P. Belozorov, A. A. Kharchenko, S.V. Nedukh, V. O. Golub, I. V. Kilimchuk, O.Y. Salyuk, E.V. Tartakovskaya, S.A. Bunyaev, G.N. Kakazei Standing spin waves in perpendicularly magnetized circular dots at millimeter waves *JOURNAL OF APPLIED PHYSICS* 113, 17B521 (2013)
4. D.P. Belozorov, V.N. Derkach, S.V. Nedukh, A.G. Ravlik, S.T. Roschenko, I.G. Shipkova, S.I. Tarapov, F. Yildiz, B. Aktas Magnetization and impedance measurement of multilayer Co/Cu structure in millimeter waveband *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 263, 2003, pp. 315-323.
5. A Planar Photonic Crystal-Based Resonance Cell for Ferromagnetic Resonance Spectrometer, A.A. Girich, M.A. Miliaiev, S.V. Nedukh, A. Shuba, S.I. Tarapov, *Telecommunications and Radio Engineering*, 2014, v. 73, N8, p.749-755.