Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0222U001153

Державний реєстраційний номер: 0121U114633

Відкрита

Дата реєстрації: 24-01-2022

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Побудова базових детерміністичних та стохастичних моделей для визначення динамічних і теплових властивостей невзаємодіючих феромагнітних наночастинок (ФНЧ) у в'язкій рідині. Транспорт зважених у рідині ФНЧ індукований змінним градієнтним та постійним однорідним магнітними полями

Початок етапу: 08-2021

Закінчення етапу: 12-2021

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Сумський державний університет

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05408289

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Телефон: 380542334058

E-mail: kanc@sumdu.edu.ua

WWW: https://www.sumdu.edu.ua/

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Сумський державний університет

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05408289

Адреса: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський User/address.short_district_ending, Сумська User/address.short_region_ending, 40007, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380542334058

E-mail: kanc@sumdu.edu.ua

WWW: https://www.sumdu.edu.ua/

Назва організації: Національний фонд досліджень України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 42734019

Адреса: вул. Бориса Грінченка, 1, Київ, Київ, 01001, Україна

Підпорядкованість: Кабінет Міністрів України

Телефон: 380442981622

Телефон: 380442981622

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2201300

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 325.788 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Колективна динаміка феромагнітних наночастинок зі скінченною анізотропією у в’язкій рідині

Назва роботи (англ)

Collective dynamics of ferromagnetic nanoparticles with a finite anisotropy in a viscous liquid

Реферат (укр)

Об'єкт дослідження -- 1) прецесійні режими зв'язаної магнітної та механічної динаміки феромагнітних наночастинок у в'язкій рідині; 2) спрямований транспорт (дрейф) наночастинок у градієнтних магнітних полях. Предмет дослідження -- умови існування спрямованого транспорту наночастинок та залежність швидкості їх дрейфу і потужності втрат енергії від параметрів системи. Мета дослідження -- визначення оптимальних параметрів відгуку періодично збуджених систем феромагнітних наночастинок. Методи дослідження -- методи мікромагнетизму, методи математичної фізики, чисельні методи. Проєкт спрямований на поглиблене дослідження вимушеної динаміки феромагнітних однодоменних наночастинок зі скінченною одноосьовою анізотропією, зважених у в’язкій рідині та збуджуваних зовнішнім обертовим магнітним полем. На основі розроблених аналітичних та чисельних інструментів ми аналізуємо умови генерації різних прецесійних режимів та їх вплив на поглинання енергії. Показано, що зміни динамічних режимів призводять до стрибкоподібних змін потужності втрат. Вперше описано явище індукованого дисипацією обертання магніто-ізотропної наночастинки в обертовому полі. Також встановлено, що градієнтне магнітне поле, яке змінюється з часом за гармонійним законом, може ініціювати неочікуваний ефект -- появу спрямованого транспорту наночастинки. Сформульовано умови існування цього ефекту та визначено залежність від часу середньої швидкості наночастинки. Показано, що причиною появи транспорту є перпендикулярна до градієнтного поля компонента зовнішнього однорідного магнітного поля. Результати НДР можуть бути використані для підбору оптимальних параметрів у методі магнітної гіпертермії для терапії онко-захворювань, для адресної доставки ліків у організмі та для виробництва композитних покриттів, що ефективно поглинають радіохвилі

Реферат (англ)

Objects of research: 1) precession regimes of the coupled magnetic and mechanical dynamics of ferromagnetic nanoparticles in

a viscous liquid; 2) directed transport (drift) of the nanoparticles in gradient magnetic fields. The subject of research is the conditions for the existence of directed transport of these nanoparticles and the dependence of their drift speed and power loss on the system parameters. The aim of the study is to determine the optimal response parameters of periodically excited systems of ferromagnetic nanoparticles. Research methods: methods of micromagnetism, methods of mathematical physics, numerical methods. The project is aimed at an in-depth study of the forced dynamics of ferromagnetic single-domain nanoparticles with finite uniaxial anisotropy suspended in a viscous fluid and excited by an external rotating magnetic field. Based on the developed analytical and numerical tools, we analyze the generation of different precession regimes and their impact on energy absorption. It is shown that changes in dynamic modes lead to abrupt changes in power loss. The phenomenon of dissipation-induced rotation of a magnetically isotropic nanoparticle in a rotating field is described for the first time. It is also established that a gradient magnetic field, which varies in time according to the harmonic law, can initiate an unexpected effect - the appearance of directed transport of the nanoparticle. The conditions for the existence of this effect are formulated and the time dependence of the average velocity of the nanoparticle is determined. It is shown that the cause of the appearance of transport is the component of the external uniform magnetic field perpendicular to the gradient field. The results of Project can be used to select the optimal parameters in the method of magnetic hyperthermia for cancer treatment, targeted drug delivery in the body, and obtaining composite coatings that effectively absorb radio waves

Індекс УДК: 620.92.002.68; 620.92.004.8, 537.311.31 , 537.624

Коди тематичних рубрик НТІ: 44.09.35, 29.19.27

6. Науково-технічна продукція (НТП)

7. Бібліографічний опис

1. Lyutyy T.V., Denisov S.I., Hänggi P. Dissipation-induced rotation of suspended ferromagnetic nanoparticles // Phys. Rev. B 100, 134403 (2019). [Q1, IF=4.036, SNIP=1.03, Scopus & WoS] https://doi.org/10.1103/PhysRevB.100.134403

2. Lyutyy T.V., Reva V.V., Petrenko N.S., Pavlyuk M.O. Forced precession of a ferromagnetic nanoparticle with a finite anisotropy suspended in a liquid: Nonlinear aspects // J. Nano- Electron. Phys. 11, 05021 (2019). [Q3, IF=0.676, SNIP=0.47, Scopus] https://doi.org/10.21272/jnep.11(5).05013

3. Denisov S.I., Lyutyy T.V., Liutyi A.T. Drift of suspended single-domain nanoparticles in a harmonically oscillating gradient magnetic field // J. Phys. D: Appl. Phys. 55, 045001 (2022). [Q1, IF=3.207, SNIP=1.14, Scopus & WoS] https://doi.org/10.1088/1361-6463/ac2db6

4. Denisov S.I., Moskalenko M.M., Lyutyy T.V., Baryba M.Yu. Numerical analysis of the nanoparticle dynamics in a viscous liquid: Deterministic approach // J. Nano- Electron. Phys. 13, 06027 (2021). [Q3, IF=0.676, SNIP=0.47 Scopus] https://doi.org/10.21272/jnep.13(6).06027

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 110

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Денисов Станіслав Іванович (д. ф.-м. н., професор)

Денисова Олена Станіславівна (к. ф.-м. н., доц.)

Лютий Тарас Володимирович (к.ф.-м.н., доц.)

Москаленко Максим Миколайович

Павлюк Максим Олександрович

Петренко Нікіта Сергійович

Рева Владислав Валерійович (к. ф.-м. н.)

Шкиря Юрій Олегович

Керівник організації:

Карпуша Василь Данилович (к. ф.-м. н., доц.)

Керівники роботи:

Лютий Тарас Володимирович (д.філос.н., доц.)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.