ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Гайдамак Тетяни Миколаївни

«Пружні характеристики FeSe, $SmFe_3(BO_3)_4$, $NdFe_3(BO_3)_4$ та акустоелектрична трансформація в них»

подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

В кінці минулого та на початку нинішнього тисячоліття в сучасній фізиці твердого тіла різко виріс інтерес до нових синтезованих сполук (функціональних матеріалів), яким притаманні характеристики, не властиві для сполук природного походження. Кінцева мета такої активності цілком очевидна - можливе використання в технологічних розробках нових унікальних властивостей хоча б частини таких сполук. Серед відомих прикладів - високотемпературні і залізовмісні надпровідники, топологічні матеріали. До таких сполук слід віднести також і мультифероїки - матеріали, перспективні в розробці нових пристроїв обробки інформації, в технологіях та приладах надвисоких частот.

Мультифероїками, за визначенням, є речовини, в яких одночасно реалізуються кілька параметрів порядку - магнітний, сегнетоелектричний, можливо, сегнетопружний та ін.. Природна задача при дослідженні мультифероїків сьогодні – це вивчення взаємодії магнітної, електричної та пружної підсистем, та виявлення можливостей ефективного керування цими параметрами.

Дисертаційна робота Гайдамак Т.М. **«Пружні характеристики FeSe, $SmFe_3(BO_3)_4$, $NdFe_3(BO_3)_4$ та акустоелектрична трансформація в них»** присвячена саме рішенню окремих з вищезгаданих задач для деяких конкретних речовин з наведеного вище переліку. Ця діяльність **є безсумнівно актуальною.**

Мета дисертаційної роботи, якою є з'ясування особливостей низькотемпературної поведінки модулів пружності, а також встановлення механізмів акустоелектричної трансформації в монокристалах FeSe та рідкісноземельних фероборатах самарію та неодиму – **є цілком обґрунтованою**.

Для досягнення мети автором поставлено такі **задачі**:

- вимірювання швидкостей звуку в монокристалах FeSe, $SmFe_3(BO_3)_4$ та $NdFe_3(BO_3)_4$.
- розрахунок компонент тензорів модулів пружності та п'єзоелектричних модулів.
- дослідження температурних та магнітопольових залежностей відносних змін швидкості та поглинання звуку.
- дослідження акустоелектромагнітної трансформації в FeSe
- дослідження п'єзовідгука та діелектричної проникності в АФМ фазі монокристалів $SmFe_3(BO_3)_4$ та $NdFe_3(BO_3)_4$.

Відповідність теми дисертації науковим програмам, планам, темам. Дисертаційну роботу Гайдамак Т.М., виконано у відділі магнітних і пружних властивостей твердих тіл Фізико-технічного інституту низьких температур імені Б. І. Вєркіна НАН України в рамках тематичного плану інституту відповідно до відомчих тем: «Спектроскопічні, транспортні, магнітні та пружні дослідження новітніх низько вимірних структур та надпровідних сполук» (номер держреєстрації 0112U002635, термін виконання 2012-2016 рр.), «Функціональні властивості новітніх надпровідних сполук і металовмісних спін та зарядово-впорядкованих структур» (номер держреєстрації 0117U002294, термін виконання 2017-2021 рр.).

Структура роботи. Дисертаційна робота Гайдамак Т.М. складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та одного додатку. Основні результати роботи опубліковано в 18 наукових працях: 6 статтях у провідних спеціалізованих наукових журналах та 12 тезах доповідей у збірниках праць міжнародних та вітчизняних наукових конференцій.

Перший розділ «Огляд літератури» присвячено стислому огляду відомостей про двох популярних, на даний час в сучасній науці, класів речовин таких як залізовмісні надпровідники та рідкісноземельні фероборати. Розглянуто кристалічну структуру, дані про взаємодію пружної, електричної та магнітної підсистем досліджуваних сполук.

Другий розділ «Методика експерименту» присвячено опису експериментальної установки, що складається з апаратної та криогенної частин. Слід зазначити, що використана в описуваних нижче дослідженнях методика вимірювання швидкостей звуку є унікальною за своїми метрологічними характеристиками, що дозволяє працювати з субміліметровими сильнопоглинаючими об'єктами. Докладно описано також й методику дослідження акустоелектричної трансформації.

Третій розділ «Акустичні характеристики та акустоелектромагнітна трансформація в FeSe» присвячено дослідженню пружних властивостей FeSe. Вперше стосовно FeSe виміряні з досить високою точністю швидкості звуку різних поляризацій. Всі вимірювання виконані на зразках з характерними розмірами ~ 1 мм й менше. Виявлено електромагнітний відгук на пружну деформацію, не характерний для провідного середовища і кваліфікований як п'єзомагнетизм.

Четвертий розділ «Дослідження акустичних характеристик CoF_2» присвячно верифікації методики акустоелектромагнітної трансформації на класичному п'єзомагнетику. Показано, що результати досліджень якісно та кількісно співпадають з відомими літературними даними. Виявлено новий канал п'єзовідгука, що існує як вище так нижче температури Неєля. Зроблено висновок, щодо природи появи такого сигналу, що пов'язано температурними змінами сумарного об'єму скорельованих спінів.

П'ятий розділ «Пружні та п'єзоелектричні характеристики фероборатів самарію та неодиму» присвячено дослідженню особливостей низькотемпературної поведінки та взаємодії двох легкоплощінних рідкісноземельних фероборатів. Виміряні швидкості звуку і визначені всі компоненти тензорів пружних модулів і тензору п'єзомодулів. В самарієвому фероборатi вперше експериментально спостережено новий ефект, визначений авторами як магнітоп'єзоелектричний. Значна частина результатів відноситься також до дослідження магнітоємності. Аналогічні до самарієвої сполуки результати отримані й при дослідженні неодимового зразка. Всі представлені експериментальні дані супроводжуються вельми вичерпним феноменологічним аналізом, що дозволяє осмислено ставитися до отриманих результатів.

Наукова і практична цінність отриманих результатів. Вважаю, що отримані автором експериментальні дані щодо швидкостей звуку та модулів пружності можуть бути використані, як довідкова інформація та основа для теоретичних розрахунків. Отримані дані з температурних та магнітопольових залежностей допоможуть в розумінні механізмів надпровідності FeSe. Встановлені в ході досліджень особливості взаємодії пружної, магнітної та електричної підсистем, вказують на перспективу прикладного використання представників сімейства рідкісноземельних фероборатів.

Достовірність експериментальних результатів обумовлена використанням логічно обґрунтованих методик, хорошою відтворюваністю результатів, грамотним феноменологічним аналізом.

Результати одержані автором є **актуальними та безумовно новими**. Як найбільш цікаві, вважаю доцільним виділити такі:

- **вперше** зареєстровано відгук з поверхні FeSe, що був індифікований, як п'єзомагнітний сигнал;
- **вперше** експериментально виявлено гігантський магнітоп'єзоелектричний ефект в $SmFe_3(BO_3)_4$;
- **вперше** розроблено та верифіковано методику акустоелектричної трансформації.

До недоліків дисертаційної роботи Гайдамак Т.М. можна віднести наступне.

По-перше, дуже бажано було б провести спробу прямої реєстрації антиферомагнітної фази FeSe (саме, методом електронного спінового резонансу). Це був би найочевидніший доказ існування такої фази.

По-друге, недостатньо уваги приділено особливостям методики експерименту, яка є найважливішим з обґрунтувань вірогідності результатів.

Крім того, дисертаційна робота Гайдамак Т.М. має деякі стилістичні та друкарські помилки.

Однак висловлені **зауваження** не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи. Роботу можна вважати закінченою науковою працею, виконаною на необхідно-високому науковому рівні.

В якості **загальної оцінки** дисертації, вважаю необхідним засвідчити, що за обсягом виконаних експериментальних досліджень, одержаних результатів, актуальністю, новизною та високому науковому рівню, дисертаційна робота Гайдамак Т.М. **"Пружні характеристики FeSe, $SmFe_3(BO_3)_4$, $NdFe_3(BO_3)_4$ та акустоелектрична трансформація в них"** повністю відповідає вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, зокрема пп. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, а її автор Гайдамак Тетяна Миколаївна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент:
член-кореспондент НАН України,
доктор фізико-математичних наук,
професор, завідувач відділу радіоспектроскопії
Інституту радіофізики та електроніки
ім. О.Я. Усикова НАН України С.І. Тарапов

Підпис
члена-кореспондента НАН України,
доктора фізико-математичних наук,
професора, завідувача відділу радіоспектроскопії
Інституту радіофізики та електроніки
ім. О.Я. Усикова НАН України
Сергія Івановича Тарапова

засвідчую:
Вчений секретар
Інституту радіофізики та електроніки
ім. О.Я. Усикова НАН України,
кандидат фізико-математичних наук І.Є. Починіна

УКРАЇНА
ІНСТИТУТ РАДІОФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ ім. О.Я.УСИКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Ідентифікаційний код 03534593
місто Харків