

и коэффициентов затухания с типом и концентрацией R-катионов. Проведено сопоставление полученных результатов с экспериментальными данными. Рассчитанные спектры отличаются от экспериментальных на величины, меньшие погрешностей эксперимента во всем интервале частот. На основании сопоставления экспериментальных и расчетных данных определены виды и механизмы диэлектрической поляризации в областях решеточных и электронных резонансов.

Полученные результаты могут быть использованы как при изучении оптических явлений, наблюдаемых в ионных кристаллах, так и при экспериментальном исследовании структурных, диэлектрических и оптических свойств, а также при синтезе новых материалов с заданными физическими свойствами. Относительная простота моделей и наглядность результатов моделирования служат основанием для их использования в образовательном процессе в лабораторных практикумах при изучении соответствующих разделов курса физики, при выполнении курсовых, дипломных и магистерских работ, а также при проведении научных исследований.



Список использованных источников

1. Толстик, А. М. Роль компьютерного эксперимента в физическом образовании / А. М. Толстик // Физическое образование в вузах. – 2002. – Т. 8. – № 2. – С. 94–102.
2. Eerenstein, W. Multiferroic and magnetoelectric material / W. Eerenstein, N. Mathur, J. F. Scott // Nature. – 2006. – Vol. 442 (17). – P. 759–765.
3. Influence of rare-earth doping on the structural and dielectric properties of orthoferrite La_{0.50}R_{0.50}FeO₃ ceramics synthesized under high pressure / I.I. Makoev [et al.] // J. Alloys and Compounds. – 2020, V. 842. – P. 155859-1–155859-11.
4. Kuzmenko, A. B. Kramers-Kronig constrained variational analysis of optical spectra. / A. B. Kuzmenko // Review of Scientific Instruments. – 2005. – V. 76(8), p. 083108-1 – 083108-9.

УДК 537.312: 538.245

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ КАЛОРИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ

USING COMPUTER EXPERIMENT IN STUDYING CALORIC EFFECTS

И. И. Макоед / I. I. Makoev

Т. А. Ятчук / T. A. Yatchuk

*Брестский государственный университет
имени А. С. Пушкина (Брест, Беларусь)*

Обоснована возможность и целесообразность использования элементов компьютерного эксперимента при изучении электромагнитных явлений в курсе общей физики. Рассмотрены методы измерения и обработки результатов полевых и температурных зависимостей величин удельных намагниченностей и электрической поляризации мультиферроиков со структурой перовскита. Исследованы возможные виды и механизмы формирования и взаимодействия спинзарядовых упорядоченных структур.

В рамках полуэмпирических моделей проведены расчеты электро- и магнитокалорического эффектов для материалов, синтезированных на основе феррита висмута.

The possibility and practicability of using the elements of a computer experiment in studying electromagnetic phenomena in general physics has been explained. Methods for measuring and processing the results of field and temperature dependences of the values of specific magnetizations and electric polarization of multiferroics with a perovskite structure have been considered. Possible types and mechanisms of formation and interaction of spin-charge ordered structures have been investigated. Within the framework of semiempirical models, calculations of the electro- and magnetocaloric effects for materials synthesized on the basis of bismuth ferrite have been carried out.

Ключевые слова: моделирование, магнитокалорический эффект, электрокалорический эффект.

Keywords: modeling, magnetocaloric effect, electrocaloric effect.

Повышение степени доступности и качества физического образования в условиях перераспределения аудиторных часов между традиционными предметами и новыми дисциплинами, повышение доли управляемой самостоятельной работы студентов в сумме часов по дисциплине, развитие дистанционного обучения физике требуют разработки, обоснования и использования новых педагогических методик, в том числе опирающихся на современные компьютерные технологии. Использование компьютерных моделей различных физических процессов и явлений способствует росту эффективности обучения, позволяет более глубоко понять механизмы физических явлений, в том числе и таких, непосредственное наблюдение которых оказывается невозможным по ряду объективных причин [1]. Целью работы является обоснование преимуществ использования компьютерного эксперимента по отношению к традиционной форме описания калорических эффектов при изучении электромагнитных явлений в курсе общей физики.

Формализованное изложение учебного материала и организации учебной исследовательской деятельности студентов приводят к тому, что понимание физической сущности предмета уступает место усвоению готовых знаний и приобретению ограниченного числа навыков. Компьютерное моделирование как составная часть и инструмент компьютерного обучения содержит в себе потенциальные возможности повышения эффективности изучения физических основ магнитоэлектрических явлений в курсах общей физики и специальных дисциплин вуза. Раздел «Электричество и магнетизм» программы курса общей физики предполагает изучение студентами основ физики электромагнитных явлений. Вопросы, связанные с практической реализацией магнитных измерений и корректной обработкой их результатов, представлены недостаточно. Отчасти это объясняется отсутствием современного лабораторного оборудования. Вместе с тем интенсивное развитие компьютерной техники, а также как количественное, так и качественное расширение содержательной части ИНТЕРНЕТ- баз данных, открывает широкие возможности для изучения и моделирования температурных зависимостей магнитных характеристик материалов, магнитокалорического и электрокалорического эффектов, наблюдаемых в твердых телах. В данной работе вычислительный компьютерный

эксперимент был использован для изучения магнито- и электрокалорического эффекта в мультиферроиках, синтезированных на основе феррита висмута (BiFeO_3), допированного катионами редкоземельных элементов [2, 3].

Результаты построения в рамках феноменологической модели [1] температурных зависимостей намагниченностей мультиферроиков указывают на возможность ее использования при изучении физических процессов, происходящих в подобных материалах в области магнитного перехода. Концентрационные зависимости изменения магнитной энтропии, относительной мощности охлаждения и магнитной теплоемкости указывают на возможность практического использования магнитокалорического эффекта при температурах выше комнатной. Полученные результаты могут быть использованы как при изучении и моделировании электромагнитных явлений, наблюдаемых в мультиферроиках, так и при экспериментальном исследовании структуры и магнитных свойств магнитодиэлектриков и при синтезе новых материалов с заданными физическими свойствами. Относительная простота и наглядность результатов моделирования служат основанием для их использования в образовательном процессе в лабораторных практикумах при изучении соответствующих разделов курса физики, при выполнении курсовых, дипломных и магистерских работ, а также при проведении научных исследований.



Список использованных источников

1. Толстик, А. М. Роль компьютерного эксперимента в физическом образовании / А. М. Толстик // Физическое образование в вузах. – 2002. – Т. 8. – № 2, с. 94–102.
2. Амиров, А. А. Мультикалорический эффект в феррите висмута / А. А. Амиров, И. И. Макоед, Д. М. Юсупов // Челяб. физ.-матем. журн. – 2020. – Т. 5. – № 2. – С. 140–149.
3. Predicted model of magnetocaloric effect in BiFeO_3 -based multiferroics / I.I. Makoed [et al] // Solid. State Sci. – 2019. – V. 95. – P. 105920-1–105920-7.

УДК 372.853 + 537.8

К МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ «ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ФОРМЕ» В КУРСЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

TO THE METHODOLOGY OF TEACHING THE TOPIC «ELECTROMAGNETIC INDUCTION LAW IN DIFFERENTIAL FORM» IN THE COURSE OF ELECTRODYNAMICS

А. И. Серый / A. I. Sery

*Брестский государственный университет
имени А. С. Пушкина (Брест, Беларусь)*

Предложены таблица и блок-схема, которые могут быть использованы при изучении темы «Закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме» в курсе электродинамики.