

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе Ушакова Андрея Дмитриевича над диссертацией

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ ПОЛЯРИЗАЦИИ КРИСТАЛЛОВ СЕМЕЙСТВА МНОГООСНОГО РЕЛАКСОРНОГО СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКА МАГНОНИОБАТА-ТИТАНАТА СВИНЦА

представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Ушаков Андрей Дмитриевич в 2013 г. получил степень бакалавра по направлению «Нанотехнология», в 2015 г. степень магистра по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника». С 2014 г. является сотрудником отдела оптоэлектроники и полупроводниковой техники НИИ физики и прикладной математики Института естественных наук и математики. В 2015 г. поступил в аспирантуру на кафедру компьютерной физики ИЕН УрФУ (с 2017 г. кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем ИЕНиМ УрФУ). Тематика научно-исследовательской работы Ушакова А. Д. связана с исследованием особенностей эволюции доменной структуры при переключении поляризации в многоосных релаксорных сегнетоэлектрических монокристаллах.

Основные результаты исследований опубликованы в 23 печатных работах, в том числе в 9 статьях в рецензируемых научных журналах с высоким импакт-фактором и в 14 тезисах международных и всероссийских конференций. Ушаков А. Д. лично представлял устные и стендовые доклады на семи международных и всероссийских конференциях. Его устный доклад был отмечен как лучший доклад молодого ученого на международной конференции «Scanning Probe Microscopy» (Екатеринбург, 2019 г.).

Ушакову А. Д. удалось впервые провести экспериментальные исследования особенностей эволюции доменной структуры при переключении поляризации в монокристаллах релаксорного сегнетоэлектрика PMN-PT. Показано, что в PMN-PT тетрагональной фазы основной пик тока переключения обусловлен ростом *c*-доменов. Формирование «двойных» и «тройных» петель диэлектрического гистерезиса в релаксорной фазе PMN-PT объяснено влиянием деполяризующих полей, создаваемых связанными зарядами на фазовых границах. На примере PIN-PMN-PT показано, что увеличение пьезоэлектрического коэффициента при обработке переменным электрическим полем обусловлено уменьшением доли замороженной доменной структуры за счет роста линзовидных доменов. Обработка переменным полем позволила получить рекордное значение пьезоэлектрического коэффициента для кристаллов PIN-PMN-PT. Обнаруженная корреляция между полем, соответствующим

максимуму тока переключения, и долей в замороженной доменной структуре позволила предложить методику оптимизации параметров обработки переменным полем. Полученные Ушаковым А. Д. результаты могут быть использованы для развития методов доменной инженерии при создании пьезоэлектрических устройств.

За время работы Ушаков А. Д. освоил широкий спектр современных экспериментальных методик, реализованных на высокотехнологичном оборудовании. Он участвовал в разработке и создании уникальной измерительной установки на базе интерферометра Майкельсона-Морли для измерения сверхмалых смещений (чувствительность около 0,01 ангстрема). Он принимал активное участие в исследованиях, проводимых ЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ.

Диссертационная работа выполнена с использованием оборудования Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» ИЕНиМ УрФУ в рамках исследований, проводимых при частичной поддержке РФФИ (№17-52-80116 БРИКС_a).

Все приведенные в диссертационной работе результаты получены Ушаковым А. Д. лично или при его активном участии. Результаты и их трактовка, представленные на многих всероссийских и международных конференциях, были с большим интересом восприняты мировым сегнетоэлектрическим сообществом.

Ушаков А. Д. зарекомендовал себя высококвалифицированным экспериментатором. Он продемонстрировал увлеченность, самостоятельность и высокую эффективность. Как научный руководитель, я могу охарактеризовать его как вполне сложившегося исследователя.

Диссертационная работа соответствует специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Ушаков Андрей Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

11.05.2021

Шур Владимир Яковлевич

доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник отдела оптоэлектроники и
полупроводниковой техники НИИ физики и прикладной
математики Института естественных наук и математики
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина»

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

+7(343)3899568

E-mail: vladimir.shur@urfu.ru

