

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

СПбГУ

С. В. Микушев

2022 г.



### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» на диссертацию Девятерикова Дениса Игоревича «Кристаллическая структура и магнитное упорядочение в сверхрешетках Ду/Но и тонких плёнках Ду и Но», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 – физика магнитных явлений.

Магнитные металлические наноструктуры - искусственные магнитные материалы, которые обладают уникальными свойствами и открывают новые возможности по сравнению с традиционными объёмными материалами. Исследование металлических наноструктур представляет большой интерес как с точки зрения фундаментальной физики, так и с точки зрения прикладного использования материалов на их основе. Характерной особенностью таких систем является проявление размерных эффектов, эффектов близости соседних слоев, интерфейсных эффектов, которые приводят к неоднородному изменению распределения магнитных моментов внутри отдельных слоев.

Понимание природы возникновения таких эффектов в наноструктурах, механизмов их формирования и особенностей проявления критически важно для достижения прогресса в развитии нанотехнологий, в создании новых материалов и устройств микро- и нанoeлектроники, что, в свою очередь, требует развития и

использования неразрушающих экспериментальных методик определения атомной и магнитной структуры отдельных слоев, образующих наноструктуры. В частности, перспективными с точки зрения наноспинтроники являются тонкие плёнки и сверхрешётки на основе редкоземельных элементов Dy и Ho, в которых реализуется геликоидальное магнитное упорядочение в широком диапазоне температур. Этим определяется **актуальность** темы диссертации.

В качестве метода исследования магнитной микроструктуры тонких плёнок и многослойных наноструктур в диссертации выбран метод рефлектометрии поляризованных нейтронов (РПН). Этот метод активно используется для изучения магнитных сверхрешёток и тонких плёнок, в частности и тех, что синтезированы на базе редкоземельных элементов. Ранее метод рефлектометрии поляризованных нейтронов успешно применялся для исследования Y/Dy и Y/Ho многослойных металлических систем, в которых один из слоев (Y) является парамагнетиком, а другой – гелимагнетиком или ферромагнетиком (Dy, Ho). Применение данного метода для исследования магнитного упорядочения в планарных наноструктурах на основе Dy и Ho, в которых оба слоя являются магнитоупорядоченными, несомненно является вызовом, который был принят автором настоящей работы. Успешное решение задачи, поставленной в диссертации, позволит в дальнейшем более эффективно применять метод РПН для изучения иных объектов со сложными типами периодического магнитного упорядочения.

**Структура и основное содержание работы.** Диссертация Д.И.Девятерикова состоит из оглавления, введения, пяти глав, заключения, списка использованных обозначений и сокращений, списков литературы и публикаций по теме диссертации.

**Во введении** обоснована актуальность и новизна диссертационной работы, определены цели и задачи работы, а также сформулированы положения, выносимые на защиту. **В первой главе** содержится обзор литературы по тематике исследования, приведены общие сведения о кристаллической и

магнитной структуре монокристаллов Dy и Ho и наноструктур и тонких плёнок на их основе. **Во второй главе** изложены основы методики магнетронного распыления для синтеза тонкоплёночных образцов и сверхрешёток, приведены результаты синтеза образцов. Далее описаны способы исследования кристаллической структуры методом рентгеновской дифракции, магнитных свойств - методом СКВИД магнетометрии, и особенностей магнитного упорядочения – методом рефлектометрии поляризованных нейтронов. Здесь же изложены условия проведения экспериментов, результаты которых приводятся в работе. Конкретно указываются температуры и магнитные поля, при которых проводились исследования и для каких образцов. **Третья глава** посвящена исследованию влияния кристаллографической ориентации подложек  $Al_2O_3$  и материала буферного слоя на кристаллическую структуру и магнитные свойства тонких плёнок Dy. **В четвёртой главе** приводятся результаты исследования структурных и магнитных свойств тонких плёнок Dy (200 нм), Ho (200 нм), а также сверхрешёток г-[Dy (6 нм)/Ho (6 нм)] и а-[Dy (6 нм)/Ho (6 нм)] методом СКВИД магнетометрии. Приведены температурные и полевые зависимости намагниченности в тонких плёнках и сверхрешётках. Проведен сравнительный анализ данных, полученный на разных образцах. **Пятая глава** содержит результаты изучения особенностей магнитного упорядочения в образцах тонких пленок и многослойных систем методом рефлектометрии поляризованных нейтронов. Было подтверждено формирование когерентно распространяющейся в слоях сверхрешётки длиннопериодической магнитной структуры из двух геликоид с различными периодами, причём одна из этих геликоид существует в слоях Dy, а вторая — в слоях Ho сверхрешётки. Были получены значения периодов магнитных геликоид, благодаря чему стал возможен сравнительный анализ температурных зависимостей периодов геликоид в обсуждаемых образцах, в объёмных монокристаллах Dy и Ho и в ранее исследовавшейся сверхрешётке [Dy(4.5 нм)/Ho (6.2 нм)]. В **заключении** приводятся основные результаты диссертации.



**Научная новизна** результатов исследования не вызывает сомнений, поскольку тонкие пленки Dy (200 нм), Ho (200 нм) и сверхрешётки [Dy/Ho] впервые были получены методом магнетронного распыления. Как оказалось, образцы имеют достаточно качественную поверхность для того, чтобы их можно было исследовать методом рефлектометрии поляризованных нейтронов. Методом РПН были определены температурные зависимости положения Брэгговских пиков от магнитных геликоид в тонких плёнках Dy (200 нм) и Ho (200 нм) и сверхрешётках [Dy (6 нм)/Ho (6 нм)]. Такие данные несомненно могут дать информацию о периоде геликоид в слоях Dy и Ho. Автором работы установлено увеличение этого периода в сверхрешётках относительно периода в тонких плёнках и объёмных монокристаллах Dy и Ho.

**Достоверность полученных в диссертации результатов** обеспечивается использованием аттестованных образцов и апробированных методик экспериментальных исследований, проведением экспериментов с соблюдением идентичности экспериментальных условий. Полученные в диссертации результаты в большинстве своем не противоречат известным в научной литературе представлениям и результатам.

**Практическая значимость полученных результатов.** Полученная информация об особенностях геликоидального упорядочения в тонких плёнках Dy и Ho и сверхрешётках Dy/Ho позволяет углубить понимание магнитных свойств наноструктур на основе Dy и Ho, что будет способствовать развитию представлений о магнетизме магнитных многослойных систем и может быть использована для разработки новых материалов спинтроники.

Результаты диссертации Д.И.Девятерикова могут быть использованы в научных и образовательных организациях, где осуществляются теоретические и экспериментальные исследования магнитных свойств наноструктур на основе редкоземельных элементов, например, ИФМ УрО РАН (г. Екатеринбург), УрФУ им. Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург) и ОИЯИ (г. Дубна).

### Замечания по диссертационной работе.

1. При обсуждении зависимостей намагниченности от температуры для пленки Dy (Рис.4.2.1) и для пленки Ho (Рис.4.2.2) утверждается, что температура  $T_c$  перехода из геликоидального в ферромагнитное состояние для измерения ZFC (1 кЭ) равна некоторой величине. Однако на зависимости видны несколько особенностей. Если взять производную  $dM/dT$ , то очевидно возникнет несколько минимумов, а не один, как предполагает автор. Который из этих минимумов приписать к переходу из геликоидального в ферромагнитное состояние не объясняется. Следовало бы привести эти зависимости  $dM/dT$  в диссертации.
2. Следует, видимо, в принципе избегать использования термина «температура Кюри» для обозначения точки перехода между двумя упорядоченными фазами гели – ферромагнетик.
3. В Таблице 4.2.1. указаны температуры Нееля для тонкой плёнки Dy (200 нм) и тонкой плёнки Ho (200 нм), и слоёв Dy в свёрхрешётках [Dy (6 нм)/Ho (6 нм)]. Несколько удивительным представляется факт, что для плёнки Dy величина  $T_N$  уменьшается с приложенным полем на 8 К, как для тонкой плёнки Dy (200 нм), так и для слоёв Dy в свёрхрешётках [Dy (6 нм)/Ho (6 нм)]. При этом  $T_N$  практически не меняется с приложенным полем для тонкой плёнки Ho (200 нм). Почему? Из Рис.4.1.1 не следует, что для объемного Dy меняется  $T_N$ . Скорее в полях около 10 кЭ может возникать другой тип упорядочения. При этом сам по себе факт упорядочения при  $T_N = 181$  К не может быть отменён приложением магнитного поля в 10 кЭ!
4. Интерпретация данных на Рис. 5.1.4 представляется не вполне корректной. Например, по температурной зависимости пиков  $\dot{C}_1$  и  $\dot{C}_2$  делается вывод, «что появление данного рефлекса ( $\dot{C}_2$ ) предположительно объясняется искажением кристаллической решётки Dy в слоях Dy при переходе Dy из геликоидального магнитного состояния в ферромагнитное

при температуре около 100 К, что приводит к нарушению периодичности сверхрешётки.» На деле же происходит нечто другое - второй запрещенный пик появляется в результате изменения магнитного формфактора слоев Dy. Для интерпретации этого факта автору следовало бы приложить больше усилий.

5. Совершенно ошибочно рефлекс M2 приписан к дифракции на геликоиде в слоях Ho (с.75). На самом деле, оба рефлекса M1 и M2 возникают в результате появления геликоиды в слоях Dy. Тот факт, что рефлексов больше, чем один (их вообще может быть и три), объясняется на примере Y/Dy многослойных систем в работах [R. W. Erwin, J. J. Rhyne, M. B. Salamon, J. Borchers, R. Du Shantanu Sinha, J. E. Cunningham, and C. P. Flynn, Phys. Rev. B 35, 6808 (1987); F. Tsui, C. P. Flynn, M. B. Salamon, R. W. Erwin, J. A. Borchers, and J. J. Rhyne, Phys. Rev. B 43, 13320 (1991); D. A. Jehan, D. F. McMorrow, R. A. Cowley, R. C. C. Ward, M. R. Wells, N. Hagmann, and K. N. Clausen, Phys. Rev. B 48, 5594 (1993)]. Ситуация для Ho/Dy многослоек в температурном диапазоне от  $T_N(\text{Ho})$  до  $T_N(\text{Dy})$ , то есть когда Dy уже магнитно упорядочен, а Ho еще парамагнетик, выглядит точно так же, как для Y/Dy многослоек, где Y является немагнитным материалом во всем диапазоне температур. Опираясь на знания о поведении магнитной структуры Y/Dy, можно легко интерпретировать появление двух рефлексов при  $T_N(\text{Dy})$ . Существование дополнительных магнитных сателлитных отражений связано с модуляцией, накладываемой ядерной многослойной структурой на спиральную структуру. Из-за этой модуляции магнитные пики разделены в пространстве Q на  $Q_{M1} - Q_{M2} = Q_{C1}$ .
6. Не вполне понятно, каким образом из данных нейтронной рефлектометрии установлено, что в слоях Dy из геликоидальной фазы происходит переход в веерную фазу при температурах ниже 80 К. К



сожалению, в работе делается, только качественный анализ и никаких попыток промоделировать магнитную систему не делается.

7. Диссертация написана ясно, тем не менее, следует указать на наличие опечаток и стилистических ошибок в работе.

(а) Читателя может покоробить слово «брегговский» через букву «е» вместо принятого в русском языке написания «брэгговский». Такое написание слова встречается как в автореферате (подпись к Рис.11), так и в диссертации (стр.81).

(б) В подписи к Рис.1.5.1 написано, что зависимость «в сверхрешётке Ду/Но», а следовало бы писать «в сверхрешётке Y/Но».

(в) «Рефлектограмма» - новое слово в нейтронной рефлектометрии.

(г) В ссылке [93] неточно указано название журнала. Полное название «Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment».

Отмеченные недостатки не затрагивают основных выводов и результатов диссертации, не снижают их ценности и не ставят под сомнение их значимость.

**Заключение.** Диссертация Д.И. Девятерикова «Кристаллическая структура и магнитное упорядочение в сверхрешётках Ду/Но и тонких плёнках Ду и Но» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи, имеющей важное значение для нейтронной рефлектометрии, получены новые сведения об особенностях кристаллической и магнитной структуры тонких плёнок Ду и Но и сверхрешёток Ду/Но, дополняющие ранее полученные результаты исследования подобных систем. Работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 г. № 335; от 02.08.2016 г. № 748; от 01.10.2018 г. № 1168), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой

степени кандидата физико-математических наук, а её автор, Д.И.Девятериков, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 – физика магнитных явлений.

Отзыв подготовлен доктором физико-математических наук, профессором кафедры ядерно-физических методов исследования СПбГУ С.В.Григорьевым.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры ядерно-физических методов исследования СПбГУ 01 ноября 2022 г., протокол № 44/12/8-02-9.

Зам. заведующего кафедрой ядерно-физических методов исследования СПбГУ,  
профессор, д.ф.-м.н.

И.А.Митропольский

Профессор кафедры ядерно-физических методов исследования СПбГУ,  
профессор, д.ф.-м.н.

С.В. Григорьев

Подписи С.В.Григорьева и И.А.Митропольского заверяю:

И.о. начальника  
отдела кадров № 3  
И.И. Константинова



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Адрес: 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9. Телефон (812) 328-97-01

E-mail: spbu@spbu.ru

С отзывом ознакомлен 8  
18.11.2022

Д.И. Девятериков





ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПбГУ)

Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034  
тел./факс 328-97-88  
<http://www.spbu.ru>  
ОКПО 02068516 ОГРН 1037800006089  
ИНН/КПП 7801002274/780101001

ФГБУН «Институт физики  
металлов имени М.Н.Михеева  
Уральского отделения Российской  
академии наук»  
(ИФМ УРО РАН)

Председателю диссертационного  
совета 24.1.133.01  
Устинову В.В.

26.07.2022 № 01/1-39-8648

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

О согласии

Уважаемый Владимир Васильевич!

В ответ на Ваше обращение (исх. от 04.07.2022 № 16341-46-6215-16) подтверждаю согласие Санкт-Петербургского государственного университета выступить ведущей организацией по диссертации Девятерикова Дениса Игоревича на тему: «Кристаллическая структура и магнитное упорядочение в сверхрешетках Dy/Ho и тонких плёнках Dy и Ho», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений, и направляю сведения о Санкт-Петербургском государственном университете как ведущей организации, а также сведения о лице, утверждающем отзыв ведущей организации на данную диссертацию.

- Приложение: 1. Сведения о ведущей организации — на 6 л. в 1 экз.  
2. Сведения о лице, утвердившем отзыв ведущей организации — на 1 л. в 1 экз.

Директор Центра экспертиз

А.Д. Назаров

Оленина Евгения Викторовна,  
(812) 327-46-15

### Сведения о ведущей организации

по диссертации Девятерикова Д.И. «Кристаллическая структура и магнитное упорядочение в сверхрешетках Dy/No и тонких плёнках Dy и No» по специальности  
1.3.12. Физика магнитных явлений

Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербургский университет или СПбГУ
Ведомственная принадлежность	Правительство Российской Федерации
Почтовый индекс, адрес организации	199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. д.7/9
Адрес официального сайта в сети «Интернет»	<a href="http://www.spbu.ru">www.spbu.ru</a>
Телефон	+7 (812) 328-97-01
Адрес электронной почты	<a href="mailto:spbu@spbu.ru">spbu@spbu.ru</a>
Список основных публикаций работников ведущей организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет	<p>1. Grigoryeva N.A., Mistonov A.A., Grigoriev S.V. 16307082100;26029462200;7005827354; Small-Angle Neutron Diffraction for Studying Ferromagnetic Inverse Opal-Like Structures (2022) Crystallography Reports, 67 (1), pp. 93-117. <a href="https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124956064&amp;doi=10.1134%2fS1063774522010060&amp;partnerID=40&amp;md5=28968f2f76af0a08b0e4a25c8b28bb21">https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124956064&amp;doi=10.1134%2fS1063774522010060&amp;partnerID=40&amp;md5=28968f2f76af0a08b0e4a25c8b28bb21</a></p> <p>2. Altynbaev E.V., Chubova N.M., Grigoriev S.V. 56422406700;56388709300;7005827354; Exotic Spin Structures in Transition-Metal Monosilicides and Monogermanides (2022) Crystallography Reports, 67 (1), pp. 118-136. <a href="https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-">https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-</a></p>

s2.0-  
85124943835&doi=10.1134%2fS1063774522010  
023&partnerID=40&md5=065901ae1d1b90960a4  
5595f0237bfaa

3. Grigoriev S.V., Altynbaev E.V.,  
Pshenichnyi K.A.  
7005827354;56422406700;57197788711;  
Study of the Spin-Wave Dynamics of Amorphous  
Ferromagnets and Helimagnets with the  
Dzyaloshinskii–Moriya Interaction  
(2022) Crystallography Reports, 67 (1), pp. 81-92.  
[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-)  
s2.0-

85124941503&doi=10.1134%2fS1063774522010  
059&partnerID=40&md5=49e8215d1a30bc70b4f  
972d0a7e20bb1

4. Skanchenko D.O., Altynbaev E.V., Martin N.,  
Salamatin D.A., Sadykov R.A.,  
Tsvyaschenko A.V., Grigoriev S.V.  
57194679918;56422406700;57195726445;554997  
98100;35330833700;8616909800;7005827354;  
Magnetic structure of Mn<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>Ge compound  
under quasi-hydrostatic pressure  
(2021) Journal of Alloys and Compounds, 862,  
статья № 158606, .  
[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-)  
s2.0-

85099635706&doi=10.1016%2fj.jallcom.2021.15  
8606&partnerID=40&md5=8ef987715b04de506e  
deaaf04c1a0f2e

5. Grigoriev S.V., Utesov O.I., Chubova N.M.,  
Dewhurst C.D., Menzel D., Maleyev S.V.  
7005827354;35730526200;56388709300;7006274  
750;24503624200;7003336598;  
Critical Fluctuations Beyond the Quantum Phase  
Transition in Dzyaloshinskii–Moriya Helimagnets  
Mn<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>Si  
(2021) Journal of Experimental and Theoretical  
Physics, 132 (4), pp. 588-595.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2->



s2.0-  
85107058376&doi=10.1134%2fS1063776121040  
075&partnerID=40&md5=41ac1431730f2c05096c  
df279ee442ba

6. Iashina E.G., Altynbaev E.V., Fomicheva L.N.,  
Tsvyashchenko A.V., Grigoriev S.V.  
56764340900;56422406700;7004387672;7004099  
704;7005827354;

On the Nature of Defects in Mn<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>Ge  
Compounds Synthesized under High Pressure  
(2020) Journal of Surface Investigation, 14 (3), pp.  
429-433.

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-)  
s2.0-

85087516668&doi=10.1134%2fS1027451020030  
209&partnerID=40&md5=acf437fb732e2dc731b0  
acbedf0abf31

7. Bykov A.A., Gokhfeld D.M., Altynbaev E.V.,  
Terent'ev K.Y., Martin N., Semenov S.V.,  
Grigoriev S.V.

57211016541;55965086900;56422406700;571946  
16206;57195726445;56350958900;7005827354;

Effect of Trapped Magnetic Flux on Neutron  
Scattering in La<sub>1.85</sub>Sr<sub>0.15</sub>CuO<sub>4</sub> Superconductor  
(2019) Journal of Superconductivity and Novel  
Magnetism, 32 (12), pp. 3797-3802.

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85068350363&doi=10.1007%2fs10948-019-05195-5&partnerID=40&md5=b4b98da57fef6da366c8cca6faa2f3a2)  
s2.0-85068350363&doi=10.1007%2fs10948-019-  
05195-

5&partnerID=40&md5=b4b98da57fef6da366c8cc  
a6faa2f3a2

8. Ukleev V., Tarnavich V., Tartakovskaya E.,  
Lott D., Kapaklis V., Oleshkevych A., Gargiani P.,  
Valvidares M., White J.S., Grigoriev S.V.

36994859100;36188848000;6602718599;2428034  
6800;6602221490;36560139200;36175422400;66  
02381744;57214130472;7005827354;

Coherent charge and magnetic ordering in Ho/Y  
superlattice revealed by element-selective x-ray  
scattering

- (2019) Physical Review B, 100 (13), статья № 134417, .  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85073442593&doi=10.1103%2fPhysRevB.100.134417&partnerID=40&md5=b4c0a972ec7b876a7cd69d09a6f9dbdd>
9. Grigoriev S.V., Pschenichnyi K.A., Altynbaev E.V., Siegfried S.-A., Heinemann A., Honnecker D., Menzel D.  
 7005827354;57200268647;56422406700;55702146400;7102212267;57197788785;24503624200;  
 Spin-wave stiffness of the Dzyaloshinskii-Moriya helimagnet compounds Fe<sub>1-x</sub>CoxSi studied by small-angle neutron scattering  
 (2019) Physical Review B, 100 (9), статья № 094409, .  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85072580418&doi=10.1103%2fPhysRevB.100.094409&partnerID=40&md5=762bccaf2e46db86f18ddf3d2bae9dc8>
10. Mistonov A.A., Dubitskiy I.S., Shishkin I.S., Grigoryeva N.A., Heinemann A., Sapoletova N.A., Valkovskiy G.A., Grigoriev S.V.  
 26029462200;56103732700;56702540400;16307082100;7102212267;9250322700;36505290700;7005827354;  
 Magnetic structure of the inverse opal-like structures: Small angle neutron diffraction and micromagnetic simulations  
 (2019) Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 477, pp. 99-108.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85060114214&doi=10.1016%2fj.jmmm.2019.01.016&partnerID=40&md5=8fd61a8500c7ad14b369a8f4c2e1f173>
11. Grigoriev S.V., Pschenichnyi K.A., Altynbaev E.V., Heinemann A., Magrez A.

7005827354;57200268647;56422406700;7102212  
267;8513310500;

Spin-wave stiffness in the Dzyaloshinskii-Moriya  
helimagnet with ferrimagnetic ordering  
Cu<sub>2</sub>OSeO<sub>3</sub>

(2019) Physical Review B, 99 (5), статья №  
054427, .

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062525380&doi=10.1103%2fPhysRevB.99.054427&partnerID=40&md5=e7547c7214a0ba5ab393a56767593b20)

[85062525380&doi=10.1103%2fPhysRevB.99.054427&partnerID=40&md5=e7547c7214a0ba5ab393a56767593b20](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062525380&doi=10.1103%2fPhysRevB.99.054427&partnerID=40&md5=e7547c7214a0ba5ab393a56767593b20)

12. Valkovskiy G.A., Mistonov A.A.,  
Smirnov M.B., Grigoriev S.V.

36505290700;26029462200;36972227900;700582  
7354;

Lattice dynamics in FeSi measured by inelastic x-  
ray scattering

(2019) Journal of Physics Condensed Matter, 31  
(26), статья № 265402, .

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85065808126&doi=10.1088%2f1361-648X%2fab132b&partnerID=40&md5=324d8833c794a879f12cb3f5f2900301)

[85065808126&doi=10.1088%2f1361-648X%2fab132b&partnerID=40&md5=324d8833c794a879f12cb3f5f2900301](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85065808126&doi=10.1088%2f1361-648X%2fab132b&partnerID=40&md5=324d8833c794a879f12cb3f5f2900301)

13. Grigoriev S.V., Altynbaev E.V., Siegfried S.-  
A., Pshenichnyi K.A., Honnecker D.,  
Heinemann A., Tsvyashchenko A.V.

7005827354;56422406700;55702146400;5719778  
8711;57197788785;7102212267;7004099704;

Spin-wave dynamics in Mn-doped FeGe  
helimagnet: Small-angle neutron scattering study

(2018) Journal of Magnetism and Magnetic  
Materials, 459, pp. 159-164.

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85034763242&doi=10.1016%2fj.jmmm.2017.11.050&partnerID=40&md5=6772b30d19cd1bc3275596824ae29216)

[85034763242&doi=10.1016%2fj.jmmm.2017.11.050&partnerID=40&md5=6772b30d19cd1bc3275596824ae29216](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85034763242&doi=10.1016%2fj.jmmm.2017.11.050&partnerID=40&md5=6772b30d19cd1bc3275596824ae29216)

14. Altynbaev E., Siegfried S.-A., Strauß P.,  
Menzel D., Heinemann A., Fomicheva L.,



	<p>Tsvyashchenko A., Grigoriev S.  56422406700;55702146400;57201722631;245036  24200;7102212267;7004387672;7004099704;700  5827354;  Magnetic structure in <math>Mn_{1-x}Co_xGe</math> compounds  (2018) Physical Review B, 97 (14), статья №  144411, .  <a href="https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85045873555&amp;doi=10.1103%2fPhysRevB.97.144411&amp;partnerID=40&amp;md5=fdbb42c2da051383f8f52c1b27efc1b7">https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85045873555&amp;doi=10.1103%2fPhysRevB.97.144411&amp;partnerID=40&amp;md5=fdbb42c2da051383f8f52c1b27efc1b7</a></p> <p>15. Safiulina I.A., Altynbaev E.V., Iashina E.G.,  Heinemann A., Fomicheva L.N.,  Tsvyashchenko A.V., Grigoriev S.V.  57201691181;56422406700;56764340900;710221  2267;7004387672;7004099704;7005827354;  Investigation of the Mesostructure of Transition-  Metal Monogermanides Synthesized under  Pressure  (2018) Physics of the Solid State, 60 (4), pp. 751-  757.  <a href="https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85045745415&amp;doi=10.1134%2fS1063783418040273&amp;partnerID=40&amp;md5=1e638fb8b7e5600092c1440532ffd03f">https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85045745415&amp;doi=10.1134%2fS1063783418040273&amp;partnerID=40&amp;md5=1e638fb8b7e5600092c1440532ffd03f</a></p>
--	--

Верно

Директор Центра экспертиз

А.Д. Назаров



Приложение №2  
к письму от 26.04.2022 № 01/1-39-8648

**Сведения о лице, утверждающем отзыв ведущей организации**

Фамилия, имя, отчество	Микушев Сергей Владимирович
Ученая степень и отрасль науки, научные специальности, по которым им защищена диссертация	Кандидат физико-математических наук 01.04.07 – физика конденсированного состояния Физико-математические науки
Наименование организации, являющееся основным местом работы, должность	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Правительства Российской Федерации. Проректор по научной работе.

Верно

Директор Центра экспертиз

А.Д. Назаров

