ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

SaintPetersburg OPEN 2026

26-29 мая 2026

OPEN CONFERENCE

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

13-й Школы-конференции с международным участием по Оптоэлектронике, Фотонике и Наноструктурам SPbOPEN 2026

26-29 мая 2026

Санкт-Петербург

Авторские права © 2026 Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» — Санкт-Петербург и отдельные авторы. Все права защищены. Никакие части данной электронной публикации не могут быть многократно скопированы, сохранены в поисковой системе или переданы в любой форме или любыми средствами, электронными, механическими, фотокопированием, записью или иным образом, без письменного разрешения издателя. Разрешается изготовление фотокопий отдельных статей для личного использования или исследований.

13-я Школа-конференция с международным участием по оптоэлектронике, фотонике и наноструктурам Saint Petersburg OPEN продолжает традицию ежегодных научных семинаров для молодежи по актуальным проблемам физики и техники, основанную по инициативе лауреата Нобелевской премии по физике академика Жореса Ивановича Алфёрова.

Место проведения конференции:

НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург, Санкт-Петербург, 25-я линия Васильевского острова, дом 6, корпус 1, Российская Федерация.

Более подробная информация о Школе и конференции представлена на https://spb.hse.ru/spbopen/.

В сборник включены тезисы работ, отобранных для участия в Школе-конференции, оформленные в соответствии с требованиями к оформлению тезисов. Данный том был составлен НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург на основе электронных файлов, предоставленных авторами. При составлении сборника были внесли лишь незначительные технические исправления.

Председатель Программного и Организационного комитетов

чл.-корр. РАН А.Е. Жуков (НИУ ВШЭ - Санкт-Петербург)

Программный Комитет

А.А. Липовский (СПбПУ Петра Великого)

П.Н. Брунков (ФТИ им. Иоффе РАН)

Г.Э. Цырлин (СПбАУ РАН им. Ж.И. Алфёрова)

Н.В. Крыжановская (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

В.В. Журихина (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

В.Г. Дубровский (СПбГУ)

С.В. Макаров (ИТМО)

Организационный Комитет

Н.В. Крыжановская (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

А.С. Драгунова (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

Э.И. Моисеев (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

А.А. Образцова (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

Е.А. Русаловская (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

Программа конференции

26 мая 2026 (вторник)

Весь день **Прибытие, свободное время**

27 мая 2026 (среда)

09:00 - 10:00 **Регистрация участников (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург, 25-я линия Васильевского острова, дом 6, корпус 1)**

10:00 - 10:10 **Открытие Алексей Жуков** *(ВШЭ – Санкт-Петербург)*

10:10 - 10:40 **Многоуровневая настройка однослойных углеродных нанотрубок для их применений в оптоэлектронике Альберт Насибулин** *(Сколтех)*

10:40 - 11:10 **Фотоэлектрические преобразователи лазерного излучения Максим Шварц** *(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)*

11:10 - 11:40 **Anisotropic semiconductor nanocrystals and their light-emitting devices Fangze Liu** *(Beijing Institute of Technology, P.R. China)*

11:40 - 12:00 **Кофе-брейк**

12:00 - 12:30 **Перовскитный поляритонный лазерный диод Анатолий Пушкарев** *(Сколтех)*

12:30 - 13:00 **Оптические микролазеры на основе III-N гетероструктур: эпитаксия, изготовление и исследование Наталья Крыжановская** *(НИУ ВШЭ – СПб)*

13:00 - 13:30 **Сессия «Презентации в лифте» I**

(Молодые ученые представляют основную идею своих постеров в 1-минутной презентации, используя 1-2 слайда)

13:30 - 15:00 **Обед**

По желанию: 14:00 - 15:00 **Круглый стол " МШГ микролазеры для ультрафиолетового и видимого диапазонов спектра на подложках кремния и сапфира "** *по материалам совместного исследования в рамках проекта НИУ ВШЭ «Международное академическое сотрудничество» (Academic Cooperation) Международной лаборатории квантовой оптоэлектроники НИУ ВШЭ Санкт-Петербург и научного коллектива Центра «Широкозонная нано- и микроэлектроника» Института физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси.*

15:00 - 16:30 **Постерная сессия I**

1. Полупроводниковые лазеры, солнечные элементы, другие оптоэлектронные приборы

3. Синтез и структурные свойства полупроводниковых материалов и наноструктур

6. Другие аспекты нанотехнологий

16:30 - 17:00 **Кофе-брейк**

17:00 - 18:00 **Постерная сессия I** (продолжение)

28 мая 2026 (четверг)

09:00 - 10:00 **Регистрация участников (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург, 25-я линия Васильевского острова, дом 6, корпус 1)**

10:00 - 10:30 **Фотонные интегральные схемы: состояние и перспективы** **Алексей Устинов** *(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)*

10:30 - 11:00 **Сверхпроводниковый однофотонный детектор - ключевой элемент квантовых фотонных интегральных схем** **Григорий Гольцман** *(МПГУ / НИУ ВШЭ)*

11:00 - 11:30 **Терагерцовое излучение: физика и возможности применения** **Дмитрий Хохлов** *(МГУ / ФИАН)*

11:30 - 12:00 **Кофе-брейк**

12:00 - 12:30 **Когерентные волоконно-оптические системы: от глобальных телекоммуникаций до медицинской диагностики** **Николай Ушаков** *(СПбПУ Петра Великого)*

12:30 - 13:00 **Полупроводниковые нанопровода в фотонике** **Алексей Большаков** *(МФТИ)*

13:00 - 13:30 **Сессия «Презентации в лифте» II**

(Молодые ученые представляют основную идею своих постеров в 1-минутной презентации, используя 1-2 слайда)

13:30 - 15:00 **Обед**

15:00 - 16.30 **Постерная сессия II**

2. Электрические, магнитные и СВЧ приборы и свойства полупроводниковых материалов и структур
4. Нанофотоника, спектроскопия, микрорезонаторы, оптические свойства, плазмоника
5. Биомедицинские применения полупроводниковых материалов и приборов, биофизика, нанобиотехнологии, биофотоника

16:30 - 17:00 **Кофе-брейк**

17:00 - 18:00 **Постерная сессия II** (продолжение)

18:00 - 18:30 **Закрытие конференции и церемония награждения**

Алексей Жуков *(ВШЭ – Санкт-Петербург)*

29 мая 2026 (пятница)

Весь день **Отъезд, свободное время**

По желанию: Экскурсия с сопровождающим в Международную лабораторию квантовой оптоэлектроники НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург (12.00-14.00)

Содержание сборника

1. Полупроводниковые лазеры, солнечные элементы, другие оптоэлектронные приборы			
1-00	Крыжановская Наталья Владимировна	НИУ ВШЭ	Оптические микролазеры на основе III-N гетероструктур: эпитаксия, изготовление и исследование (Приглашенный)
1-01	Козлов Илья Александрович	АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР»	Методика оценки сдвига мгновенной оптической частоты импульсного излучения, формируемого полупроводниковым оптическим усилителем
1-02	Реутов Алексей Алексеевич	ООО Курэйт	Анализ безопасности квантового распределения ключей с декойными состояниями при backflash и лазерной инжекции/сидинг источника
1-03	Комаров Сергей Дмитриевич	НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург	Низкопороговая генерация на модах шепчущей галереи в микродисковых лазерах InGaN/GaN
1-04	Зеленский Глеб Викторович	Московский педагогический государственный университет Институт физики, технологии и информационных систем	Исследование характеристик детекторов терагерцового диапазона излучения на основе пленок углеродных нанотрубок.
1-05	Михайлов Олег Павлович	СПбАУ РАН имени Ж. И. Алфёрова	Исследование радиационной стойкости GaP/Si гетероструктурных солнечных элементов методами емкостной спектроскопии
1-06	Харченко Антон Александрович	Алферовский университет, ФТИ им. А.Ф. Иоффе	Полупроводниковый оптический усилитель спектрального диапазона 1020-1075 нм с активной областью на основе квантовых яма-точек InGaAs/GaAs
1-07	Образцова Анна Александровна	НИУ ВШЭ - Санкт-Петербург	Анализ параметров усиления квантовых точек в коротких лазерных полосках
1-09	Кунков Роман Эдуардович	ФТИ им. А. Ф. Иоффе	Поверхностно облучаемые фотодиоды для спектральной области λ = 2 – 5 мкм на основе ДГС N-InAsSbP/InAsSb/P-InAsSbP
1-10	Баранцев Олег Вячеславович	СПбАУ РАН им. Ж.И. Алферова	Влияние конструкции InAlAs метаморфных буферных слоев на электрофизические характеристики кристаллов InGaAs фотодиодов ближнего ИК-диапазона
1-11	Васильев Андрей Андреевич	АО "ОКБ-Планета"	Особенности технологии изготовления вертикально-излучающего лазера с длиной волны 850 нм
1-13	Мазун Екатерина Дмитриевна	Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого/Акционерное общество «ОКБ-Планета»	Применение полиимида в оптоэлектронике
1-14	Данилова Виктория Владиславовна	Санкт-Петербургский государственный университет	Использование метода лазерной очистки при реставрации объектов культурного наследия с каменным декором из песчаника
1-15	Би Цзячэнь	Университет науки и технологий МИСИС	Использование кремниевых квантовых точек для предотвращения нагрева солнечных элементов
1-16	Пан Хайхун	Лаборатория перспективной солнечной энергетики НИТУ МИСИС	Низкотемпературное Ионно-Лучевое Напыление (IBS) Nio Для Лёгких И Гибких Перовскитных Солнечных Элементов

2-19	Фудин Дмитрий Геннадьевич	МПГУ	Терагерцевый монолитный интерферометр Маха-Цендера на основе кремниевых волноводов без подложки
2-20	Драгомерецкий Иван Олегович	Московский физико-технический институт	Моделирование отражающего мета-атома на базе жидких кристаллов
2-22	Розенблит Алина Дмитриевна	Университет ИТМО	Топологические краевые состояния высокого порядка в квадратной решётке из разомкнутых кольцевых резонаторов с дипольным и квадрупольным откликом
2-23	Белозеров Игорь Александрович	НИЦ «Курчатовский институт»	Контактное сопротивление и ресурс МЭМС-переключателя при разных токах коммутации
2-24	Богуш Инна Юрьевна	ФГАОУВО "Южный федеральный университет"	Импедансометрия электродных материалов на основе сульфидов переходных металлов: количественный анализ кинетики электрохимических реакций
2-25	Ружевич Максим Станиславович	СПбГЭТУ «ЛЭТИ»	Фотолюминесценция и фотоотражение гетероструктур HgTe/CdHgTe с «узкими» квантовыми ямами
2-26	Чижиков Сергей Владимирович	Севастопольский государственный университет	Исследование возможности применения новой конструкции полевых транзисторов для повышения энергоэффективности монолитных интегральных схем приемного тракта радиометра
2-27	Кропотов Арсений Андреевич	Университет ИТМО	Оптическое детектирование радиальной динамики частиц, локализованных в квадрупольных электродинамических ловушках
2-28	Фролов Илья Владимирович	Ульяновский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук	Электрофизические характеристики полимерных нанокомпозитов на основе эпоксидной смолы с углеродными наноструктурами и магнитными частицами
2-29	Шлепаков Павел Сергеевич	НИЦ "Курчатовский институт"	Влияние диаметра рабочей камеры на перемещение и развиваемую силу взрывного актюатора
2-30	Морозов Матвей Олегович	Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова / Обособленное подразделение «Отдел микротехнологий» – Ярославль ОФТИ им. К.А. Валиева НИЦ «Курчатовский институт»	Расчет рабочих характеристик МЭМС-переключателя последовательно-шунтирующего типа для диапазона частот 0.4-10 ГГц
2-31	Кожуховский Алексей Константинович	Московский Педагогический Государственный Университет, Лаборатория Квантовых Детекторов	Субтерагерцовый волноводный монолитный аттенюатор без подложки на основе материала с фазовой памятью GST
2-32	Чиглинцев Эмиль Олегович	МФТИ, РКЦ	Внеплоскостная терагерцевая эмиссия, обусловленная анизотропией в композиционно упорядоченном двумерном сплаве ДПМ
2-33	Хрошин Даниил Алексеевич	Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический Университет им. В.И. Ульянова (Ленина)	Разработка модели интегрально-оптического волновода трапецеидального поперечного сечения

3. Синтез и структурные свойства полупроводниковых материалов и наноструктур

3-37	Климин Виктор Сергеевич	Южный федеральный университет	Влияние состава газоразрядной плазмы на морфологию структур на поверхности карбида кремния
3-38	Климин Виктор Сергеевич	Южный федеральный университет	Метаматериалы с нулевым показателем преломления на основе SiC с проводящим графеновым слоем
3-39	Климин Виктор Сергеевич	Южный федеральный университет	Синтез графена на полярных гранях SiC(0001) и SiC(000–1) методом плазмохимической обработки
3-40	Ким Ксения Борисовна	ВГУИТ	Особенности состава и оптических свойств систем доставки лекарств на основе пористого кремния с осажденным циннаризином
3-41	Вячеславова Екатерина Александровна	СПбАУ РАН им. Ж.И.Алферова	Влияние газового соотношения SF6/O2 на морфологию структур черного кремния
3-42	Ким Ксения Борисовна	ВГУИТ	Влияние морфологии макро- и мезопористого кремния на формирование золотых покрытий при вакуумно-термическом напылении
3-43	Моисеева Татьяна Анатольевна	Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения, Южный федеральный университет	Синтез и исследование композитных материалов на основе азотированного углерода с сульфидами переходных металлов.
3-44	Вакулов Захар Евгеньевич	Южный федеральный университет	ВИМС исследования пленок ниобата лития, полученных методом импульсного лазерного осаждения для нейроморфных применений
3-45	Лях Михаил Алексеевич	ФГБУ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР "КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ"	Связь магнитных свойств и магнитоупругих взаимодействий в многослойных магнитных структурах
3-46	Якушова Надежда Дмитриевна	ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»	Управление зонной структурой золь-гель пленок ZnO:Bi:Fe: синергетический эффект адсорбции красителей и воздействия УФ излучения
3-47	Ушакова Ольга Сергеевна	Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского	Визуализация этапов формирования наночастиц аспарагината хитозана методом просвечивающей электронной микроскопии
3-48	Саенко Александр Викторович	Южный федеральный университет	Влияние термического отжига на структурные свойства и фазовый переход пленок CuxO для оптоэлектронных мемристивных структур
3-50	Ракитин Владимир Валерьевич	Федеральный исследовательский Центр проблем химической физики и медицинской химии РАН	Исследование коррозионных свойств и фоточувствительности фотокатодов Mo/MoOx/Ag0.6Cu0.4GaSe2
3-51	Бурьянская Евгения Львовна	МГТУ им. Н.Э. Баумана (место работы)/НИТУ МИСИС (место учебы)	Доменная структура полимерных сегнетоэлектриков на основе сополимера ВДФ/ТФЭ
3-52	Ганыкина Екатерина Андреевна	АО «НИИМЭ»	Атомно-слоевое осаждение пленок оксида тантала для применения в резистивной памяти ReRAM
4. Нанофотоника, спектроскопия, микрорезонаторы, оптические свойства, плазмоника			
4-01	Петухов Никита Андреевич	Санкт-Петербургский государственный университет	КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ В ПЕРОВСКИТНЫХ НАНОКРИСТАЛЛАХ CsPbBr3 И CsPbI3, СФОРМИРОВАННЫХ ВО ФТОРФОСФАТНОМ СТЕКЛЕ

Связь магнитных свойств и магнитоупругих взаимодействий в многослойных магнитных структурах

М.А. Лях[1]✉, А.В. Проказников[1], В.А. Папорков[2], Р.В. Селюков[1], В.В. Наумов[1]

[1]ЦНИТ-Ярославль, ОФТИ им. К.А. Валиева, НИЦ "Курчатовский институт"Ярославль, Россия
[2]Ярославский Государственный Университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия
✉e-mail: misha_lyakh.2002@mail.ru

Аннотация. В интегральном магнитооптическом отклике трехслойной структуры Co(6 nm)/Ru(10 nm)/Co(10 nm)/Si (100) выделены вклады различных отдельных слоёв кобальта. Разработан и описан метод, позволяющий на основе анализа закономерностей магнитооптических зависимостей анализировать магнитные свойства отдельных магнитных слоёв трёхслойных систем, выделяя направления магнитной анизотропии.
Ключевые слова: магнитооптический эффект Керра, магнитная анизотропия, магнитоупругие взаимодействия.

Введение

Специальным образом приготовленные многослойные плёночные структуры обладают оптическими, магнитными, электрофизическими и сенсорными свойствами, необходимыми для использования в электронных устройствах нового поколения. Для таких систем характерно проявление на интерфейсах различного рода явлений и эффектов, оказывающих влияние на физические свойства тонких плёнок и всей многослойной системы.

Материалы и методы

Плёнки металлов осаждали на пластины Si (100), покрытые естественным оксидом, методом магнетронного распыления на установке SCR-651 “Tetra” (Alcatel). Для распыления мишеней кобальта и рутения чистотой 99.95% использовался Ar чистотой 99.995%, рабочее давление *Ar* составляло 0.2 Pa.

Развитая в работе методика основана на использовании характерных особенностей угловых зависимостей магнитооптического экваториального эффекта Керра, базирующихся на наличии угла инверсии магнитооптической петли гистерезиса (МОПГ) при определённом угле падения луча света от источника излучения и отсутствии при этом магнитооптического отклика. Соответствующим подбором углов падения и коэффициента k масштабирования петли по вертикали можно выделить сигнал от любой границы трёхслойной системы.

Результаты и обсуждение

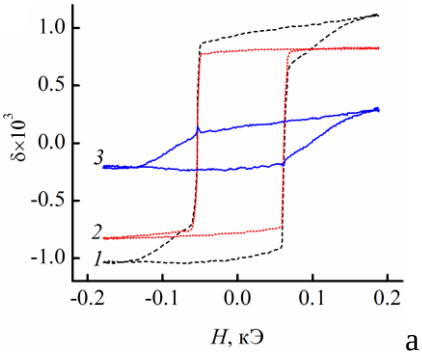
Процесс разделения МОПГ при угле падения 45° согласно развитой в работе методике показан на рисунке 1a. Результат определения осей лёгкого и трудного намагничивания для различных по глубине магнитных слоёв представлен на рисунке 1(b).

Рисунок 1(b) свидетельствует о наличии двух осей легкого намагничивания в нижнем слое кобальта, что позволяет совершить поворот вектора намагничивания вдоль этих осей. Этот результат представляет интерес для стрейнтроники [1] ввиду наличия двух осей легкого намагничивания.

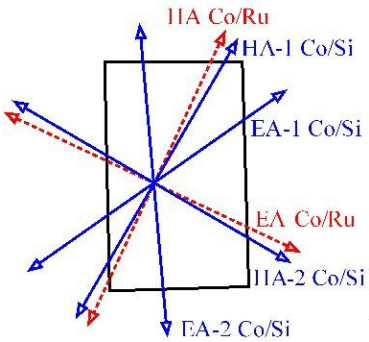
Рассмотрим влияние магнитоупругого взаимодействия для случая кристалла кубической симметрии. На рисунке 2 показана плотность энергии для кубической симметрии, построенная согласно формуле

$$f_{me}^{cubic} = B_1(\varepsilon_1\alpha_1^2 + \varepsilon_2\alpha_2^2 + \varepsilon_3\alpha_3^2) + B_2(\varepsilon_4\alpha_2\alpha_3 + \varepsilon_5\alpha_1\alpha_3 + \varepsilon_6\alpha_1\alpha_2), \quad (1)$$

где ε_i – элементы тензора деформаций, причём $\varepsilon_1/\varepsilon_2/\varepsilon_3=1/2/3$, α_i – направляющие косинусы, B_1 = –9.2 МДж/м^3 и B_2 = 7.7 МДж/м^3 – коэффициенты магнитоупругого взаимодействия. Форма полученной поверхности согласуется с направлениями осей, представленными на рисунке 1(b) для нижнего слоя кобальта.

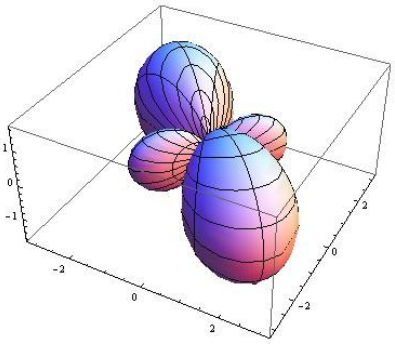


a

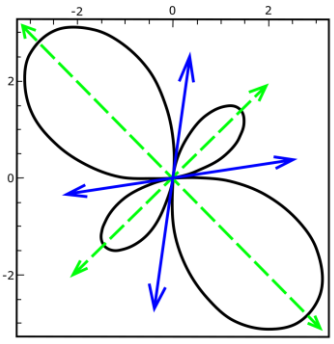


b

Рисунок 1. (*a*) – Петли гистерезиса образца Co(6 nm)/Ru(10 nm)/Co(10 nm)/Si (100) и отдельных его слоёв для угла падения света (*1*): φ = 45°, (*2*): φ = 76°, *k*=0.63, (*3*): разность петель гистерезиса, ориентация образца θ = 0°, (*b*) – Ориентация условных осей легкого (EA – easy axis) и трудного (HA – hard axis) намагничивания в трёхслойной структуре Co/Ru/Co/Si. Штриховыми линиями обозначены оси верхнего магнитного слоя Co(6 nm)/Ru(10 nm) и оси трудного намагничивания (НА) верхнего слоя Co(6 nm)/Ru(10 nm); сплошными линиями обозначены оси в нижнем слое Co(10 nm)/Si, оси трудного намагничивания (ОТН) обозначены НА - 1, 2 в нижнем слое кобальта на кремнии Co(10 nm)/Si, прямоугольником изображено положение образца со структурой.



a



b

Рисунок 2. (a) – Плотность энергии, построенная согласно формуле (1) для кубической симметрии, (b) – сечение структуры в плоскости x-y, изображенной на рисунке 2(a). Синим отмечены оси легкого намагничивания (ОЛН), зелеными штриховыми линиями отмечены оси трудного намагничивания (ОТН).

Заключение

Предлагаемый метод может быть полезен как для детального исследования магнитных свойств многослойных структур, так и для диагностики трехмерных функциональных электронных систем, в частности, памяти, с различными магнитными состояниями в каждом магнитном слое [2].

Благодарности

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания НИЦ «Курчатовский институт» на оборудовании центра коллективного пользования научным оборудованием “Диагностика микро- и наноструктур” Ярославского Государственного Университета им. П.Г. Демидова.

Список литературы

[1] A.A. Bukharaev, A.K. Zvezdin, A.P. Pyatakov, Yu.K. Fetisov. **61**(12), 1175 (2018).
[2] A.V. Prokaznikov, V.A. Paporkov, M.A. Lyakh, R.V. Selyukov, V.V. Naumov. Russ. Microelectronics. **54(**6), 595 (2025).