



ВЕСТНИК

МОРДОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 3. 2007 г.



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Основан в январе 1990 г.

Выходит один раз в квартал

№ 3
2007

Серия

“Физико-математические науки”

ВЕСТНИК МОРДОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНО-ПУБЛИЦИСТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Учредитель Мордовский университет

Журнал зарегистрирован Исполкомом Ленинского районного (городского) Совета
народных депутатов МАССР 13.11.90.

Регистрационный номер 1

Нищев К. Н. V Всероссийская молодежная школа: «Материалы нано-, микро-,
оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение»

3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Федоткин А. Н. Уравнения Гамильтона в релятивистской механике классической
материальной точки в приближении малых импульсов

8

Киндаев А. А., Кревчик В. Д. Спектральная зависимость эффекта
фотонного увеличения одномерных электронов при фотоионизации
водородоподобных примесных центров в сильном магнитном поле

15

Амелин И. И. Нестабильность электронной плотности
и высокотемпературная проводимость

18

Шамров Н. И. Многомодовая модель сверхизлучательного
релеевого рассеивания света на бозе-эйнштейновском конденсате
разреженных атомарных газов

22

Шамров Н. И. Многомодовая модель усиления света
в бозе-эйнштейновском конденсате разреженных атомарных газов

25

Шамров Н. И., Банников А. Н. К многомодовой модели взаимодействия
лазерного бипучка с бозе-эйнштейновским конденсатом разреженных атомарных газов:
предельный переход к модели среднего поля

27

Кревчик В. Д., Разумов А. В. Фактор пространственной конфигурации
молекулярного иона D_3^- в спектрах примесного поглощения
квазиульмерной структуры

31

Алексеев К. Н., Хвастунов Н. Н., Шорохов А. В. Усиление микроволнового поля
в полупроводниковых сверхрешетках

37

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ И АМОРФНЫХ ВЕЩЕСТВ

Зорина Т. М., Нищев К. Н. Оксиды на основе ЩЗМ и РЗЭ для светотехники и электроники: синтез и исследование физических свойств	42
Муницина Т. Н. Моделирование микроструктуры стекла $\text{Ni}_{85}\text{-Zr}_{15}$ методом молекулярной динамики	47
Бакулин М. А., Зюзин А. М., Радайкин В. В. Механизм закрепления спинов при возбуждении СВР в двухслойных пленках с орторомбической анизотропией	50
Петрова О. Б., Дмитрук Л. Н., Шукшин В. Е. Исследование процессов кристаллизации барий-боратных стекол	53
Воронько Ю. К., Соболев А. А., Шукшин В. Е. Спектроскопическая диагностика строения оксидных материалов в кристаллическом, расплавленном и стеклообразном состояниях при высоких температурах	58
Орловский Ю. В., Басиев Т. Т., Пухов К. К., Осико В. В. Многофотонная релаксация переходов среднего ИК-диапазона в кристаллах со структурой флюорита, активированных редкоземельными ионами	67
Денисов С. А., Шенгуров В. Г., Светлов С. П., Чалков В. Ю. Структура пленок $\text{Si}/\text{Al}_2\text{O}_3$ и пути улучшения их качества	79
Горащенко Н. Г., Степанова И. В. Влияние гамма-облучения на свойства монокристаллов германосилленита, содержащих Cr^{3+} и Fe^{3+}	83
Амосова Х. Б., Борик М. А., Вишнякова М. А., Кулебякин А. В., Ломонова Е. Е., Медведовская Н. И., Устинов В. И., Панов В. А., Щербаков А. В. Количественные и изотопные эффекты кислорода в нанокристаллических материалах на основе диоксида циркония	87

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Денисов Б. Н. Смеситель сигналов на основе резисторно-оптрона	95
Ступин Д. Д. Возможность повышения пропускной способности РЛС на основе оптимизации ее энергетических характеристик	99

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

Сенокосов Э. А., Сорочан В. В. Координатно-чувствительные фотоприемники на основе полупроводниковых слоев nCdTe:In	103
Большиков Ф. А., Малов А. В., Нищев К. Н., Рябочкина П. А., Ушаков С. Н. Установка для проведения спектроскопических исследований в области длин волн 0,2 — 2 мкм	109

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кулагин О. В. Алгебраическое описание схем алгоритмов программ на основе теории множеств	115
---	-----

V ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА: «МАТЕРИАЛЫ НАНО-, МИКРО-, ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ И ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ: ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ»

К. Н. Нищев, кандидат физико-математических наук

Основное содержание настоящего выпуска журнала «Вестник Мордовского университета» составляют статьи, подготовленные по материалам докладов V Всероссийской молодежной научной школы: «Материалы нано-, микро-, оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение» (ВМНШ-2006), проходившей 3 — 6 октября 2006 г. в Институте физики и химии. Школа была посвящена 75-летию Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева. Она на новом уровне продолжила традиции четырех предыдущих научных молодежных школ, проведенных в ИФХ по данной тематике в предыдущие годы [1].

ВМНШ-2006 была организована Мордовским государственным университетом им. Н. П. Огарева совместно с Институтом общей физики им. А. М. Прохорова РАН, Научным центром волоконной оптики РАН, ОАО «Концерн РТИ Системы», Нижегородским государственным университетом. Она проводилась при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Республики Мордовия, ОАО «Сарансккабель».

В качестве авторов докладов в работе ВМНШ-2006 участвовали 220 человек. Непосредственное участие в работе школы приняли 145 человек. Они представляли 14 городов России (Москву, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Казань, Воронеж, Саранск, Ульяновск, Пензу, Новосибирск, Петрозаводск, Абакан, Кыштым, Тамбов), а также г. Тирасполь (Молдавия). В работе ВМНШ-2006 были представлены 14 вузов РФ (МГУ им. М. В. Ломоносова, ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Казанский государственный энергетический университет, Уральский ГТУ, Санкт-Петербургский ГУ, Воронежский ГУ, Петрозаводский ГУ, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Улья-

новский ГУ, Новосибирский ГУ, Южноуральский ГУ, Тамбовский ГУ, Приднестровский ГУ). В работе ВМНШ-2006 принимали участие представители семи академических институтов: ИОФ РАН (г. Москва), НЦ ВО РАН (г. Москва), Института физики металлов УО РАН (г. Екатеринбург), Казанского физико-технического института РАН (г. Казань), ИПФ РАН (г. Нижний Новгород), Института химии высокочистых веществ и материалов (г. Нижний Новгород), Института автоматики и электрометрии СО РАН (г. Новосибирск). В работе школы активно участвовали ведущие специалисты научно-производственных структур (ОАО «Концерн РТИ Системы» (г. Москва), ОАО «ВНИИКП» (г. Москва), ООО «НТЦ ЭЛС-94» (г. Москва), ОАО «Сарансккабель», ООО «Сарансккабель-оптика», ОАО «Саранский телевизионный завод», ОАО «Электровыпрямитель» (г. Саранск).

В рамках ВМНШ-2006 работали 5 научных секций: электронные явления в наноструктурах и нанотехнологии; материалы микроэлектроники; материалы оптоэлектроники и лазерные технологии; волоконная оптика; радиотехнические и информационные системы.

Состоялись 5 пленарных заседаний, на которых были заслушаны 13 научных докладов в форме лекций. На 8 секционных заседаниях были обсуждены 52 устных доклада по актуальным проблемам современного физического материаловедения и технологий, волоконной оптики, информационных и радиотехнических систем. В соответствии с рекомендациями предыдущей школы были организованы стендовые сессии, на которых были представлены 25 докладов.

В работе ВМНШ-2006 принимали непосредственное участие 2 академика РАН

© К. Н. Нищев, 2007

(Е. М. Дианов, В. В. Осико), 12 докторов наук, 15 кандидатов. Состав остальных участников: младшие научные сотрудники, ассистенты кафедр, аспиранты и студенты. Значительный интерес к школе проявили представители ведущих промышленных предприятий Республики Мордовия. В работе ВМНШ-2006 принимали активное участие генеральный директор ОАО «Саранскабель» Э. А. Боксимер, директор ООО «Саранскабель-оптика» М. Э. Боксимер, генеральный директор ОАО «Саранский телевизионный завод» Ю. Н. Рудаков.

Особый интерес у слушателей школы вызвали пленарные доклады. В программном докладе директора научного центра РАН (г. Москва), академика РАН Е. М. Дианова «Волоконная оптика — неисчерпаемая область фундаментальных исследований и инновационной деятельности» слушателям школы были представлены результаты современных фундаментальных и прикладных исследований в волоконной оптике, а также перспективы этих исследований. Особый акцент был сделан на прогрессе в весьма перспективном направлении в волоконной оптике: создании новых оптически активных волокон для мощных волоконных лазеров ближнего и среднего ИК-диапазонов. В обзорном докладе директора научного центра лазерных материалов и технологий ИОФ им. А. М. Прохорова РАН (г. Москва) академика РАН В. В. Осико «Фианиты в оптоэлектронике» были рассмотрены современные технологии выращивания и физические свойства фианитов, перспективы их применения в оптоэлектронике. Доклад директора ОАО «Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский технологический институт кабельной промышленности» (г. Москва) Г. И. Мещанова «Мировые тенденции развития производства оптических кабелей. Состояние и перспективы» был посвящен анализу и перспективам производства и потребления оптических кабелей в России и за рубежом. В докладе также обозначены проблемы, существующие в современной промышленности России по производству оптических кабелей. Было обращено внимание слушателей на отсутствие в России промышленного производства оптического волокна и существующую в связи с этим зависимость отечественных производителей

оптического кабеля от зарубежных поставок оптического волокна. В докладе заместителя генерального директора по науке ОАО «Концерн РТИ Системы» (г. Москва) Д. Д. Ступина «Возможность повышения пропускной способности РЛС на основе оптимизации энергетических характеристик» был определен ряд новых направлений совершенствования технологий РЛС с целью слежения за космическими объектами

С большой заинтересованностью слушателями школы обсуждались лекции, прочитанные ведущими специалистами в области физического материаловедения. Лекция кандидата физико-математических наук, научного сотрудника Научного центра волоконной оптики РАН (г. Москва) В. В. Двойрина «Висмутовые волоконные лазеры» была посвящена результатам спектрально-люминесцентных и генерационных экспериментов по созданию волоконного лазера на основе оптического волокна, легированного ионами Вi. В лекции кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника ИПФ РАН (г. Нижний Новгород) О. Л. Антипова «Механизмы изменений показателя преломления лазерных кристаллов и стекол при интенсивной накачке» представлен обзор исследований по выявлению основных механизмов инерционных изменений показателя преломления лазерных кристаллов и стекол при большой интенсивности накачки. Лекция кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника ИОФ РАН (г. Москва) С. Н. Ушакова «Спектроскопия и индуцированное излучение разупорядоченных кристаллов, активированных ионами Tm» была посвящена результатам спектрально-люминесцентных и генерационных экспериментов разупорядоченных кристаллов, активированных ионами Tm с целью создания двухмикронных твердотельных лазеров в условиях полупроводниковой диодной накачки. В лекции доктора физико-математических наук, заведующего сектором Научного центра лазерных материалов и технологий ИОФ РАН (г. Москва) Ю. В. Орловского «Многофононная релаксация в кристаллических лазерных матрицах с РЗ-ионами для генерации в области среднего ИК-диапазона» представлены результаты теоретических и экспериментальных исследо-

ваний многофононной релаксации в кристаллических лазерных матрицах с редкоземельными ионами для генерации в области среднего ИК-диапазона. В лекции доктора технических наук заместителя генерального директора ЗАО «Электровыпрямитель» (г. Саранск) Е. М. Гейфмана «Разработка технологий выращивания монокристаллического карбида кремния» рассмотрены основы промышленной технологии производства изделий на основе широкозонных полупроводниковых материалов и определены перспективы их производства на ЗАО «Электровыпрямитель» (г. Саранск). В лекции кандидата физико-математических наук старшего преподавателя ННГУ им. Н. И. Лобачевского (г. Нижний Новгород) М. О. Марычева «О применении принципа Кюри при исследовании оптических свойств неоднородно нагретых кристаллов» в рамках симметричного аспекта проведен анализ оптических свойств кристаллов в условиях неоднородного нагрева. В лекции кандидата физико-математических наук доцента ННГУ им. Н. И. Лобачевского (г. Нижний Новгород) М. А. Фадеева «Термоиндуцированное управление параметрами рентгеновских дифракционных максимумов кристаллов» приведены результаты разработки экспериментальной методики управления потоком рентгеновских лучей при тепловом воздействии света на дифрагирующий кристалл. В лекции доктора технических наук профессора Ульяновского государственного университета (г. Ульяновск) Д. И. Семенцова «Нелинейная прецессионная динамика намагниченности в тонкопленочных структурах» представлены результаты исследований нелинейной прецессионной динамики намагниченности в пленках с кубической кристаллографической анизотропией, полученные методами компьютерного моделирования. Лекция кандидата физико-математических наук старшего преподавателя ННГУ им. Н. И. Лобачевского (г. Нижний Новгород) Д. В. Хомицкого посвящена обзору задач спинтроники. Наиболее подробно приведены результаты анализа процессов, протекающих в СО-сверхрешетках.

Следует отметить, что в работах молодых исследователей, названия которых приведены ниже, достаточно широко представлены ре-

зультаты, имеющие прикладной характер. «Новая ИМС истокового повторителя для малогабаритных электретных микрофонов» (авторы: С. В. Никитанов и В. П. Падеров), «Радиотехнические задачи проектирования инверторных сварочных аппаратов» (авторы: Д. А. Борисов и В. М. Бардин), «Применение средств математического моделирования и автоматизированного проектирования для разработки ЭПРА» (авторы: Д. В. Пьянзин и О. В. Витковский), «Формирование файлов *.psd с использованием программного обеспечения P-CAD 2000» (авторы: А. И. Агафонов и М. В. Логунов), «Установка для термоциклирования при исследовании свойств радиокомпонентов в магнитном поле» (авторы: В. В. Вельмискин, М. В. Герасимов, А. М. Горин, М. В. Логунов, А. Г. Романов, А. Н. Чалдышкин), «Автоматизация установки для регистрации спектров поглощения и люминесценции в области длин волн 0,2 — 2 мкм» (авторы: Ф. А. Большиков, А. В. Малов, А. В. Попов, П. А. Рябочкина, С. Н. Ушаков).

Многие доклады были посвящены технологиям получения новых материалов. Их них наибольший интерес участников школы вызвали доклады: «Получение ультрадисперсных прекурсоров для изготовления прозрачной Y_2O_3 керамики» (авторы М. А. Усламина, Е. В. Жариков, Г. Б. Тельнова), «Свойства кристаллов $Tm: NaGd(WO_4)_2$ » (авторы: Д. А. Лис, К. А. Субботин, Е. В. Жариков, А. В. Попов, С. Н. Ушаков). «Исследование процессов кристаллизации барий-боратных стекол» (авторы: О. Б. Петрова, Л. Н. Дмитрук, В. Н. Шукшин).

В решении школы, принятом ее участниками на итоговом пленарном заседании, отмечается, что ВМНШ-2006 в полном объеме выполнила свои задачи.

Школа выполнила свою образовательную функцию. Обзорные лекции были прочитаны высококвалифицированными специалистами в соответствующих научных направлениях и вызвали большой интерес. Тематика лекционной составляющей школы включала широкий спектр современных научных проблем в областях: нанoeлектроники и нанотехнологий, физики кристаллов, оптоэлектроники и лазерных технологий, волоконной оптики, информацион-

ных и радиотехнических систем. Базовая подготовка слушателей школы оказалась достаточной для освоения материала прочитанных лекций и участия в научных дискуссиях.

Реализована научная составляющая программы школы. На пленарных и секционных заседаниях обсуждались новые теоретические и экспериментальные научные результаты. Статистика свидетельствует о высокой активности слушателей. По сравнению с ранее проведенными школами значительно возросло число представленных докладов, расширилась их тематика. Школа способствовала привлечению к научным исследованиям молодых ученых и студентов. Выбранная научная тематика в полной мере соответствовала наиболее актуальным направлениям науки и техники.

Участниками были приняты следующие рекомендации:

1. Учитывая высокий научно-методический уровень организации школы, а также значительный рост интереса к ней, предложить ректорату МГУ им. Н. П. Огарева ходатайствовать перед Министерством образования и науки о включении в план научных мероприятий Министерства на 2007 год VI Всероссийской молодежной научной школы «Материалы нано-, микро-, оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение» (сроки проведения — октябрь 2007 г., место проведения — г. Саранск).

2. Считать организацию и проведение ежегодной молодежной научной школы «Материалы нано-, микро-, оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение» одним из элементов деятельности создаваемого на базе МГУ им. Н. П. Огарева и трех организаций РАН (Научного центра волоконной оптики РАН, Научного центра лазерных материалов и технологий РАН, ИХВВ РАН НОЦ «Высокочистые материалы и элементы волоконной оптики и лазерной техники».

3. Программному комитету школы:

1) сохранить тенденцию повышения уровня требований при отборе лекций и докладов, включаемых в Программу школы;

2) расширить практику организации стендовых сессий.

4. Приглашенным лекторам представлять доклады обзорного, обучающего, а не узконаправленного научного характера, прежде всего ориентированные на молодежную категорию участников.

5. Выделить в качестве отдельного научного направления школы направление «Наноматериалы и нанотехнологии в оптоэлектронике».

6. С целью повышения уровня практической значимости школы продолжить расширение числа участников, представляющих инновационные и производственные структуры.

7. Опубликовать в журналах «Известия вузов. Поволжский регион. Секция «Естественные науки»» и «Вестник Мордовского университета» лучшие доклады участников школы.

8. Вузам России с целью привлечения студенческой молодежи к научным исследованиям использовать опыт школы для организации подобных научно-методических форумов.

9. Отмечая тесную связь тематики школы с проблемами, стоящими перед ведущими промышленными предприятиями Республики Мордовия, участники рекомендуют шире использовать представленные научные результаты в модернизации производства и освоении новых технологий на данных предприятиях.

10. Использовать изданные материалы школы и ее научные результаты в учебном процессе по специальностям, связанным с физическим материаловедением, физической электроникой, волоконной оптикой, информационными и радиотехническими системами.

Сравнивая результаты данной школы с итогами предыдущих, следует отметить возросший научный уровень докладов, представленных молодыми учеными. Традиционно среди них проводился конкурс на лучшую научную работу. В этот раз его победителями стали: Николай Викторович Сомов — аспирант ННГУ им. Н. И. Лобачевского; Владислав Евгеньевич Шукшин — аспирант ИОФ РАН им. А. М. Прохорова; Марина Сергеевна Адамова — магистрант Ульяновского государственного университета; Андрей Иванович Агафонов — аспирант МГУ им. Н. П. Огарева; Мария Алексеевна Кокорева — студентка МГУ им. Н. П. Огарева.

Тезисы докладов участников школы опубликованы в [2].