

XIII Международный симпозиум „Оптика и биофотоника“ (Saratov Fall Meeting 2025), Саратов, 30 сентября–3 октября 2025 г.

Международная школа-конференция Saratov Fall Meeting по оптике, лазерной физике и биофотонике каждую осень проводится в Саратове на базе Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского уже 29 лет. За это время в ее составе выделился в отдельную структуру научный симпозиум „Оптика и биофотоника“, который в 2025 г. проводился уже в тринадцатый раз. С программой SFM-25 можно познакомиться по ссылке <https://sfmconference.org/files/program-of-sfm25-crw-25-brics-25.pdf>.

Настоящий выпуск Журнала технической физики включает избранные статьи, подготовленные по материалам научных докладов, представленных в пяти из пятнадцати мероприятий симпозиума:

- Семинар по лазерной физике и фотонике XXVII
- Конференция по низкоразмерным структурам XV
- Семинар по электромагнетизму микроволн, субмиллиметровых и оптических волн XXV
- Конференция по спектроскопии и молекулярному моделированию XXVI
- Конференция по нанобиофотонике XXI

Статьи по материалам докладов, представленных на указанных семинарах и конференциях, тесно переплетаются по тематике и характеру поставленных задач. В числе объектов исследования широко представлены графен, углеродные нанотрубки, фуллерены, метаматериалы, нанокompозиты и наноструктуры. Методы исследования включают разнообразные применения лазерного излучения как для активного воздействия, так и для неинвазивной диагностики объектов. Фундаментальные работы в большинстве статей направлены на достижение прикладных и технологических результатов, среди которых в первую очередь выделяются медико-биологические приложения. Не претендуя на отражение программы Симпозиума в целом, тематика статей данного выпуска отражает как активность авторов, так и реальные тенденции развития представленных на нем областей современной физики.

Проиллюстрируем сказанное на ряде примеров. Графену посвящено наибольшее число статей данного выпуска, как теоретического, так и прикладного характера. Теоретически описаны нелинейный электромагнитный отклик графена в модели сильной связи (М.В. Давидович), дифракция монохроматических волн и сверхкоротких импульсов на графеновых решетках в магнитном поле (А.М. Лерер, Г.С. Макеева, И.Н. Иванова, В.И. Кравченко), исследовано квазиклассическое и квантовое излучение в графене под действием ступенчатого поля (В.В. Дмитриев, Д.В. Чурочкин, В.А. Церюпа,

С.А. Смолянский). В ряде работ графен исследован как составная часть более сложных систем, например, двумерных пленок графен/ LiCoO_2 , для которых изучено влияние массовой доли углерода на квантовую емкость (В.В. Шунаев, А.А. Петрунин, О.Е. Глухова), а также квазидвумерных графен-нанотрубных пленок, электрофизические характеристики которых анализировались в зависимости от влияния наночастиц оксида металла (М.М. Слепченков, П.В. Барков, С.Г. Левицкий, О.Е. Глухова). Из прикладных работ с использованием графена отметим разработку лазерно-индуцированных сухих электродов на основе углеродных нанотрубок и графена для регистрации ЭКГ (А.В. Куksин, А.С. Морозова, Ю.О. Василевская, А.Ю. Герасименко), а также экспериментальное исследование структурообразования и удельного сопротивления гидрогелей при фотополимеризации с введением углеродных нанотрубок и восстановленного оксида графена (М.С. Савельев).

Наряду с графеном, значительная часть статей посвящена исследованиям и применениям других углеродных структур, таких как нанотрубки и фуллерены. Выше мы уже упоминали работы, в которых углеродные нанотрубки рассматриваются наряду с графеном либо в составе графен-нанотрубных пленок. Представлены также результаты теоретических исследований функционализации поверхности чистых углеродных нанотрубок атомами меди и никеля (Н.П. Борознина, Д.Ф. Сергеев, С.В. Борознин, И.В. Запорожкова), которые позволили определить оптимальные положения атомов меди и никеля на поверхности углеродной нанотрубки с точки зрения улучшения проводящих свойств. В статье Н.Г. Янюшкиной теоретически исследована динамика предельно коротких оптических импульсов в композитной среде на основе полимера и углеродных нанотрубок под действием внешнего переменного электрического поля, посредством которого можно эффективно управлять амплитудой, формой и скоростью распространения импульсов. Из прикладных экспериментальных работ необходимо отметить разработку нанокompозитных биоинтерфейсов на основе углеродных нанотрубок для бесшовного восстановления кровеносных сосудов. Коллектив авторов (В.В. Сучкова, И.Н. Сорокваша, К.Д. Ефремова, Д.И. Рябкин, Е.В. Блинова, Д.В. Телышев, С.В. Селищев, А.Ю. Герасименко) с участием сотрудников ведущих медицинских центров РФ получил на лабораторных животных *in vivo* результаты, демонстрирующие потенциал данной технологии для дальнейшей оптимизации и клинического внедрения. Сообщается о создании мультимасштабных структур на основе наноматериалов для создания пассивных и активных

имплантируемых устройств, стимулирующих нервные ткани за счет использования лазерного микроstructuring и использования покрытия из углеродных нанотрубок (Д.Т. Мурашко, К.Д. Ефремова, Б.М. Путря, Е.М. Еганова, А.Ю. Герасименко). Важным прикладным результатом является также модификация титановой поверхности для биомедицинской электроники с целью улучшения электрофизических свойств путем формирования проводящих покрытий на основе одностенных углеродных нанотрубок (К.Д. Ефремова, Е.А. Кузнецова, П.Н. Василевский, С.В. Селищев, А.Ю. Герасименко).

Наночастицы и наноструктуры в статьях данного выпуска исследованы в связи с широким кругом приложений, прежде всего биомедицинского характера. К этой группе работ можно в первую очередь отнести исследование морфологии и биосовместимости плазмонных наночастиц золота и серебра для создания биоинтерфейсов (У.Е. Курилова, Д.В. Новиков, Ю.В. Чумаченко, А.М. Тарасов, С.В. Дубков, Д.Г. Громов, И.А. Сутина, Л.И. Руссу, М.В. Мезенцева, А.Ю. Герасименко), формирование тонких пленок электропроводящих углеродных наноструктур с лазерной модификацией для сверхчувствительных биосовместимых тензодатчиков, предназначенных для регистрации синдрома обструктивного апноэ во сне (А.С. Морозова, А.Ю. Герасименко). Композитные наночастицы на основе железа и золота предложено получать новым методом трехэтапного синтеза, в основе которого лежит комбинация фемтосекундной лазерной абляции и ультразвукового воздействия (А.С. Черников, Д.А. Кочуев, Р.В. Чкалов, М.А. Дзус, Е.И. Шингарёва, К.С. Хорьков). Сюда же в определенной степени можно отнести и сравнительное экспериментальное исследование гетерофазных пленочных образцов CdS:Fe , полученных разными методами (П.Г. Харитонов, С.В. Стецюра), поскольку наблюдаемые различия в фотоэлектрических свойствах ассоциируются с различным расположением наноразмерных включений FeS .

Лазерная тематика представлена не только технологическими применениями лазеров, но и развитием теоретических методов описания лазерного излучения в новых типах сред. Сообщается об успешном применении лазерных технологий для изготовления компонентов вакуумных электронных приборов миллиметрового диапазона (Д.А. Ножкин, Д.А. Бессонов, И.А. Навроцкий, Р.А. Торгашов, В.Д. Чурикова, С.Ю. Молчанов, И.С. Ожогин, А.А. Ростунцова, Н.М. Рыскин). Представлена разработка комплекса для фабрикация метаповерхностей методом лазерно-индуцированного прямого переноса (LIFT) с использованием системы независимого перемещения подложек донор-акцептор (Д.А. Кочуев, А.С. Черников, Р.В. Чкалов, К.С. Хорьков, М.Ю. Губин, А.В. Шестериков, А.В. Прохоров). Предложенный комплекс и методика обеспечивают стабильное формирование метаповерхностей с точным позиционированием и контролем периода. Лазерные методы зондирования сложных сред представлены результатами экспериментальных исследований эволюции структуры модельных

образцов газожидкостных пен с использованием метода спекл-коррелометрии при низкочастотном акустическом воздействии и в отсутствие такового (Е.А. Исаева, А.А. Исаева, Д.А. Зимняков). Не менее традиционной для Симпозиума квантово-оптическая тематика представлена точным решением квантового уравнения Лиувилля для модели, состоящей из трех идентичных двухуровневых атомов (кубитов) A , B и C и двух независимых резонаторов (А.Р. Багров, Е.К. Башкиров). Показано, что в процессе эволюции кубиты никогда не переходят в состояния, приготовленные в начальный момент времени, что принципиально отличается от трехкубитных моделей, исследованных ранее.

Молекулярная динамика и спектроскопия представлены работами как фундаментально-методического, так и сугубо прикладного характера. Разработана новая модификация метода функционала плотности с самосогласованием поля по заряду в приближении сильной связи (SCC DFTB), в рамках которого новый полученный набор базисных функций Слэйтера–Костера демонстрирует более точное воспроизведение метрических параметров кристаллической решетки при сравнении с надежными данными экспериментальных исследований (П.А. Колесниченко, О.Е. Глухова). Методами теории функционала плотности теоретически исследованы ИК полосы валентных колебаний молекул воды и их дейтериевых аналогов в комплексах с триацетином, построены молекулярные модели димера триацетина с различными типами водородных связей (К.В. Березин, Е.Ю. Степанович, К.Н. Дворецкий, Е.М. Антонова, А.М. Лихтер, И.Ю. Янина). Результаты подтверждают экспериментальные наблюдения структуры и динамики водородных связей в системах триглицерид-вода, внося вклад в понимание гидратации жиров. Наконец, показана возможность использования изменений в спектрах комбинационного рассеяния света костной ткани, являющихся индикаторами диагенетических превращений, для абсолютного датирования археологического материала (Д.В. Абрамов, О.В. Данилов, В.А. Быкова, К.М. Станкевич, К.С. Хорьков), точность которого сравнима с общепринятыми методами уже на настоящем предварительном этапе исследования.

Уже по предельно краткой характеристике работ, вошедших в данный выпуск, виден ярко выраженный мультидисциплинарный характер представленных исследований. Не удивительно, что именно публикация в Журнале технической физики наилучшим образом соответствует целям и духу нашего симпозиума. Организаторы симпозиума выражают глубокую благодарность редакции журнала за публикацию трудов и всем авторам за активное участие в подготовке этого выпуска. С благодарностью отметим большой труд рецензентов, существенные замечания которых помогли значительно улучшить качество представленных рукописей.

Организаторы SFM-25 выражают глубокую благодарность Саратовскому национальному исследовательскому

государственному университету имени Н.Г. Чернышевского и компаниям ЗАО СОЛАР лазерные системы (Минск, Беларусь), БиоВитрум (Санкт Петербург, Россия), ООО Активная Фотоника (Зеленоград Россия), ООО НПП „Наноструктурная технология стекла“ (Саратов, Россия), ООО НПП „Инжект“ (Росатом, Саратов, Россия), Инсайнс (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Россия) за финансовую поддержку конференции и настоящего специального выпуска журнала.

Председатель Оргкомитета симпозиума

В.Л. Дербов,

*Саратовский национальный
исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского*