

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ И УПРАВЛЕНИЯ (ИПТМУ РАН)

Интегрированная образовательная структура (ИОС)
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО ОПТИКЕ,
ЛАЗЕРНЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ И БИОФОТОНИКЕ

Директор ИПТМУ РАН: Резчиков Александр Федорович, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАН

Адрес: 410028, г. Саратов, Рабочая 24, тел. (8452) 22-23-76, Fax: (8452) 22-23-40; E-mail: iptmuran@san.ru

Руководитель ИОС: Тучин Валерий Викторович, заведующий лабораторией лазерной диагностики технических и живых систем ИПТМУ РАН, заведующий кафедрой оптики и биомедицинской физики Саратовского государственного университета им. Н.Г.Чернышевского (СГУ), доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, т. (8452) 22-23-76, ф. (8452) 22-23-40, E-mail: tuchin@sgu.ru

Основные результаты деятельности ИОС

В Институте проблем точной механики и управления РАН (ИПТМУ РАН) созданы и эффективно работают: Лаборатория лазерной диагностики технических и живых систем (зав. лаб. д.ф.-м.н., проф. В.В. Тучин, зав. кафедрой оптики и биомедицинской физики СГУ (КОиБФ), зам. зав. лаб. д.ф.-м.н., проф. Д.А. Зимняков – профессор КОиБФ), Лаборатория проблем когерентно-оптических измерений в точной механики (зав. лаб. д.ф.-м.н., проф. В.П.Рябухо, проф. КОиБФ), Филиал кафедры оптики и биомедицинской физики СГУ (зав. филиалом д.ф.-м.н., проф. В.П.Рябухо). На базе этих лабораторий, филиала КОиБФ СГУ, а также коллектива самой КОиБФ СГУ создана Интегрированная образовательная структура (ИОС) Научно-образовательный центр по оптике, лазерным измерениям и биофотонике.

Работа ИОС направлена на создание и развитие условий для интеграции академической научной и образовательной активности в деятельности молодых ученых, специалистов и аспирантов Академического института и Университета, на создание условий для активной научной работы нового поколения молодежи разных ступеней квалификации.

В рамках ИОС создана и реализуется система подготовка докторских и кандидатских диссертаций с использованием докторантуры и аспирантуры СГУ по специальностям 01.04.05 - Оптика, 01.04.21 - Лазерная физика, 03.00.02 - Биофизика. Подготовлено 5 докторских, 15 кандидатских диссертаций.

Совместно с кафедрой СГУ разработаны программы аспирантских и студенческих лекционных курсов и лабораторных занятий на базе ИПТМУ. Работают два научных семинара по тематике научных исследований Лазерные и оптические измерения (рук. проф. В.П.Рябухо) и Биомедицинская оптика (рук. проф. В.В. Тучин).

Работа коллектива ИОС в значительно степени направлена на развитие материальной и организационной основ исследовательской деятельности молодежи, в частности, на развитие экспериментальной базы исследований. За последние 5 лет созданы и оборудованы 30 специализированных рабочих мест для научных исследований молодежи (источники финансирования – бюджет, гранты РФФИ и CRDF).

В целях развития научного потенциала, улучшения квалификационной и возрастной структуры исследователей, оптимизации обмена научной информацией в области научных интересов коллектив ИОС ежегодно организует и проводит Международную междисциплинарную молодежную научную школу по оптике, лазерной физике и биофизике [Saratov Fall Meeting](#). В 2005 и 2006 гг Школа собрала рекордное число участников, более 600, включая Интернет-секцию, с обширной географией, более 20 стран.

В рамках Школы проходят 8 научных семинаров: Оптические технологии в биофизике и медицине, Когерентная оптика упорядоченных и случайных сред, Лазерная физика и фотоника, Спектроскопия и молекулярное моделирование, Современная оптика, Электромагнетизм микроволн, субмиллиметровых и оптических волн, Люминесценция и Наноструктуры и наночастицы: изготовление, свойства и применения. Кроме того, для подготовки студентов и аспирантов к международному общению и инновационной деятельности проводятся еще три семинара: Английский язык как средство коммуникации в научном сообществе, Управление коммерциализацией высоких технологий и Телемедицина.

По материалам Школы публикуется четыре тома трудов – три на английском языке (SPIE Press, Bellingham, WA, USA) и один на русском языке (Проблемы оптической физики) общим объемом более 1000 стр. Студенты и аспиранты ИОС принимают самое деятельное участие в подготовке и проведении Школы и публикации трудов. Число молодых участников - 300. Финансирование – бюджет, гранты РФФИ, РАН – специальный молодежный грант, CRDF, SPIE (международное общество по оптической технике).

В рамках международных конференций «Проблемы точной механики и управления» (2000, 2002, следующая в 2007) ИОС организуется и проводится 2 научных семинара: Лазерные измерения и контроль (проф. В.П. Рябухо и Ю.А. Аветисян) и Оптическая диагностика в биомедицине (проф. Д.А. Зимняков и В.В.Тучин). Источник финансирования – гранты РФФИ, научные гранты, местный бюджет.

На базе научных лабораторий и на филиале кафедры созданы и функционируют специальные практикумы: Лазерные измерения, Лазерная интерферометрия рассеивающих сред, Автоматизированные измерительные комплексы для студентов и аспирантов СГУ, СГТУ и ИПТМУ. Подготовлены методические руководства к лабораторным работам практикумов.

Коллективом ИОС опубликованы многочисленные научно-методические работы в центральной и международной печати, активно используемые в учебном процессе студентов и аспирантов. Следующие монографии, учебники, научно-методические работы, подготовленные коллективом ИОС, широко используются во многих учебных и научных центрах России и ближнего и дальнего зарубежья.

1. V.V. Tuchin, *Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis*, SPIE Tutorial Texts in Optical Engineering TT38, Bellingham, WA, USA, 2000 (Второе издание, 2007).
2. V.V. Tuchin (ed.), *Handbook of Optical Biomedical Diagnostics*, vol. PM107, SPIE Press, Bellingham, WA, 2002 (Авторы - Д.А. Зимняков, И.Л. Максимова, В.В. Тучин, С.С. Ульянов, Е.И. Галанжа и др., перевод на русский язык в 2-х томах – гранты РФФИ, 2006).
3. V.V. Tuchin (ed), *Coherent-Domain Optical Methods: Biomedical Diagnostics, Environmental and Material Science*, Kluwer Academic Publishers, Boston, vol 1 & 2, 2004 (Авторы – Д.А. Зимняков, В.П. Рябухо, В.В. Тучин, С.С. Ульянов, И.В. Федосов, Е.И. Галанжа и др.).
4. V.V. Tuchin, *Optical Clearing of Tissues and Blood*, Vol. PM 154, SPIE Press, 2005.

5. B. Wilson, V. Tuchin, S. Tanev, Eds., *Advances in Biophotonics*, NATO Science Series I. Life and Behavioural Sciences – Vol. 369, IOS Press, Amsterdam, 2005.
6. V.V. Tuchin, L.V. Wang, and D.A. Zimnyakov, *Optical Polarization in Biomedical Applications*, Springer, Berlin, 2006.
7. A. Kishen, A. Asundi, V.V. Tuchin, et al. *Photonics in Dentistry*, Series of Biomaterials and Bioengineering, Imperial College Press, UK, 2007.
8. W. Drexler, J.G. Fujimoto, V.V. Tuchin, et al. *Optical Coherence Tomography: Technology and Applications*, Springer, Berlin, 2007.
9. В.В. Тучин, Д.А. Зимняков, Е.И. Галанжа, И.Л. Максимова, Ю.П. Синичкин, Н.Г. Хлебцов, С.С. Ульянов, А.Н. Ярославская. И.В. Ярославский и др., *Оптическая биомедицинская диагностика*, том. 1 и 2, учебное пособие с грифом Минобрнауки РФ, Москва, Физматлит, 2007. Перевод с английского книги *Handbook of Optical Biomedical Diagnostics*, V.V. Tuchin (Ed.), SPIE Press, PM107, Bellingham, WA, USA.

Методические статьи и пособия (<http://optics.sgu.ru/library/education>):

1. Голубенцева Л.И., Рябухо В.П. *Специальный оптический практикум. Голография и голографические измерения*. Учеб. пособие. Изд-во Сарат. ун-та, 1996. - 124 с.
2. Голубенцева Л.И. *Лазерный призменный интерферометр*. (Учебно-метод. руководство к лабор.-ной работе). Саратовский госуниверситет, 1996. – 22 с.
3. Рябухо В.П. *Спекл-интерферометрия*. Соросовский образовательный журнал. 2001. Т.7. №5. С.102-109.
4. Рябухо В.П., Перепелицына О.А. *О локализации интерференционных полос в частично-когерентном излучении*. Физическое образование в вузах. 2001. Т.7. В.2. С.15-27.
5. Рябухо В.П., Перепелицына О.А., Чаусский А.А.. *Изучение эффекта проявления пространственной когерентности света в интерференционной схеме Юнга в демонстрационном и лабораторном эксперименте*. Физическое образование в вузах. 2001. Т.7. Вып.4. С.99-111.
6. Vladimir P. Ryabukho, Olga A. Perepelitsina and Valery V. Tuchin. *Display of spatial coherence of light in interference experiments: laboratory works and demonstrations*. Proc. OSA and SPIE, 2002, Vol.4588, pp.499-506. (7th International Conference of Education and Training in Optics and Photonics, Singapore, 26-30 November, 2001).
7. Valery V.Tuchin, Dmitry A. Zimnyakov, Vladimir P. Ryabukho, Yuri P. Sinichkin, Georgy V. Simonenko, Ivan V. Fedosov, Alexey N. Bashkatov, Elina A. Genina, Olga A. Perepelitsina, Sergey S. Ulianov, Ekaterina I. Galanzha, Irina A. Kiseleva, Vyacheslav I. Kochubey, Alexander B. Pravdin, and Svetlana P. Chernova. *Special training laboratory on optical biophysics*. Proc. OSA and SPIE, 2002, Vol.4588, pp. 258-269. (7th International Conference of Education and Training in Optics and Photonics, Singapore, 26-30November, 2001).
8. Рябухо В.П., Перепелицына О.А., Лобачев М.И., Лякин Д.В. *Изучение эффектов когерентности света в демонстрационных и лабораторных экспериментах*. В сб. Тез. Докл. VII научно-метод. конференции Современный физический практикум. - М.: Изд. Дом Моск. Физ. Общ., 2002. С.132-133.
9. Рябухо В.П.. *Радужные голограммы*. Физическое образование в вузах. 2003. Т.9. Вып.4. С.88-99.

10. Рябухо В.П., Лякин Д.В. Теорема Винера-Хинчина в теории пространственной когерентности в курсах статистической оптики и радиофизики. Физическое образование в вузах. 2005. Т.11 В.3. С. 107-118.
11. Рябухо В.П., Лычагов В.В., Лякин Д.В. Специальный оптический практикум. цифровые методы обработки сигналов и изображений. Сканирующий интерферометр с цифровой обработкой сигнала. Учебно-метод. Пособие к выполн. лабор. работы для студ. Специальности 010400-Физика, специализация 010447-Цифровые телекоммуникационные системы. Кафедра оптики и биомед. физики. Саратовский гос. университет. 2004. – 22 с. CD-ROM
12. Л.И.Голубенцева, О.А.Перепелицына, В.П.Рябухо Изучение эффекта проявления пространственной когерентности света в интерференционной схеме Юнга. Руководство к лабораторным работам по курсу общей физики, часть III, Оптика, раздел Интерференция и дифракция света, Под редакцией проф. В.П.Рябухо

В ИОС разработана система работы со школьниками. Ежегодно читаются в школах лекции по следующим темам: Лазеры, Оптическая голография, Спекл-эффект, Когерентная оптика. Разработан демонстрационный комплекс для школьников по физической оптике. Проводятся оптические практикумы со школьниками, в частности, по оптической голографии, лазерам и интерферометрии. Ежегодно, в рамках Международной Школы по оптике, лазерной физике и биофизике проводится семинар-лекторий для школьников и преподавателей школ, лицеев и гимназий Современная Оптика, на котором с лекциями по современным проблемам и достижениям оптической физики и фотоники выступают приглашенные профессора и ученые из других городов и научных центров. Так, например, на семинаре 2005 г. с лекциями выступили – проф. А.В. Приезжев Биофотоника (Международный лазерный центр при МГУ) и К.А. Афанасьев Лазерные спиральные пучки и оптические манипуляторы частицами (Самарский филиал ФИРАН).

Кадровый потенциал сотрудников, привлекаемых к работе в ИОС

- Тучин Валерий Викторович, зав. лаб., д.ф.м.н., проф.
- Рябухо Владимир Петрович, зав. лаб., д.ф.м.н., проф.
- Зимняков Дмитрий Александрович, зам. зав. лаб., г.н.с., д.ф.м.н., проф.
- Максимова Ирина Леонидовна, д.ф.м.н., проф.
- Аветисян Юрий Арташесович, в.н.с., д.ф.м.н., в.н.с.
- Ульянов Сергей Сергеевич, д.ф.м.н., проф.
- Акчуринов Гариф Газизович, с.н.с., к.ф.м.н., доцент
- Перепелицына Ольга Александровна, с.н.с., к.ф.м.н., доцент
- Переточкин Игорь Сергеевич, с.н.с., к.ф.м.н.
- Лякин Дмитрий Владимирович, с.н.с., к.ф.м.н., ассистент
- Федосов Иван Владленович, с.н.с., к.ф.м.н., доцент
- Кузнецова Лиана Владимировна, н.с., к.ф.м.н., ассистент
- Здражевский Роман Анатольевич, м.н.с., аспирант
- Максимова Людмила Александровна, н.с., аспирант
- Лычагов Владислав Валерьевич, аспирант

- Виленский Максим Алексеевич, аспирант
- Ушакова Ольга Валерьевна, аспирант
- Акчурин Александр Гарифович, аспирант

Научное оборудование ИОС

ИОС располагает комплексом современного научного оборудования для проведения исследований в области когерентной оптики, лазерных измерений и биофотоники:

- Оптические стенды для интерференционных и лазерных измерений, включая два уникальных стенда фирмы “Standa”, с набором прецизионной механики и оптических элементов;
- Газовые, твердотельные, полупроводниковые лазеры различных типов, включая лазеры с диодной накачкой и перестраиваемый лазер;
- Интерферометры, включая низкокогерентные интерферометры и волоконно-оптический низкокогерентный интерферометр;
- Голографические установки;
- Платы аналого-цифрового преобразования сигналов;
- Профессиональные ПЗС-камеры (CCD-камеры) и профессиональные цифровые фотоаппараты;
- Новое радиоэлектронное оборудование (осциллографы, генераторы сигналов, источники питания, фотодетекторы, фотоумножители) – более 20 ед.;
- Спектрометры;
- Микроскопы, включая интерференционные микроскопы и микроскоп атомных сил.

Исследовательская работа студентов, аспирантов, докторантов и молодых ученых к научно-исследовательской работе

В рамках ИОС разработаны и функционируют программы совместных научных исследований и образовательной деятельности молодежи. Тематика научных исследований ориентирована на разработку новых когерентно оптических, лазерных методов и систем измерений, контроля и диагностики объектов технического и биологического происхождения.

Образовательная программа включает докторантуру, аспирантуру, учебную работу со студентами, работу со школьниками лицеев и гимназий.

Докторантуру с успешной защитой докторских диссертаций закончили: проф. В.П. Рябухо (1996), проф. С.С. Ульянов (1999), проф. Д.А. Зимняков (2000), проф. И.Л. Максимова (2002), д.ф.-м.н. Ю.А. Аветисян (2003).

Аспирантуру с защитой диссертации закончили А.Н.Ярославская (1999), Е.Ю.Радченко (2000), И.А. Переточкин (2002), А.А.Чаусский (2002), И.В.Федосов (2002), О.А. Перепелицына (2003), Д.В.Лякин (2004), А.В.Новокрещенов (2004), Л.В.Кузнецова (2006), А.А.Беднов (2006). Подготовили диссертации к защите Л.А.Максимова и А.В. Папаев. Аспиранты текущего года: Л.А.Максимова, М.А. Виленский, В.В. Лычагов, О.В.Ушакова, Р.А. Здражевский.

Для аспирантов и студентов в последние 5 лет создано 30 рабочих мест для выполнения

экспериментальных научных исследований. Организована работа 2-х научных семинаров. Организуются научные школы-конференции, на которых аспиранты и студенты представляют свои доклады с последующей публикацией своих научных исследований в трудах школы на русском языке и на английском в издательстве международного общества по оптической технике (SPIE).

Цели и задачи деятельности ИОС научно-образовательного центра по оптике, лазерным измерениям и биофотонике

Цели деятельности ИОС - создание и развитие условий для интеграции академической научной и образовательной активности в деятельности молодых ученых, специалистов и аспирантов Академического Института и Университета, на создание условий для активной научной работы нового поколения молодежи разных ступеней квалификации.

Задачи деятельности ИОС:

- Привлечение вузовской научной молодежи к академической научной деятельности и привлечение научной молодежи к образовательной деятельности.
- Создание условий для эффективного совместного использования научного оборудования, площадей лабораторий и аудиторий для научной и образовательной деятельности молодежи.
- Создание современно оснащенных рабочих исследовательских мест для молодежи – кандидатов наук, аспирантов, студентов.
- Организация и проведение постоянно действующих совместных научных и научно-методических семинаров;
- Организация и проведение научных конференций и школ международного уровня с привлечением молодежи к активной организационной деятельности и активному участию с докладами в работе конференций и школ.
- Развитие аспирантуры и докторантуры, открытие новых для ИИТМУ РАН и СГУ специальностей подготовки аспирантов и докторантов.
- Создание международных научных коллективов при активном участии молодых исследователей.
- Формирование научных коллективов для выполнения исследований в рамках научных грантов различных академических и вузовских программ.

Актуальность направлений исследований

Современная оптика, лазерная физика и техника, оптические измерения, контроль и другие оптические технологии, фотоника, включая биофотонику, биомедицинская физика в настоящее время являются активно развивающимися научными направлениями, связанными с технологиями высокого уровня. Развитие этих научных направлений неразрывно связано с образованием, с подготовкой нового поколения научных кадров, с кооперацией и интеграцией академической и вузовской науки. Ресурсы отдельных институтов и университетов в настоящее время недостаточны для реализации на высоком уровне и достаточно масштабных научных и образовательных проектов.

Перечисленные обстоятельства определяют актуальность развития созданной ИОС Научно-образовательный центр по оптике, лазерным измерениям и биофотонике.

Имеющийся у ИОС организационный и научно-образовательный задел

У исполнителей имеется достаточно большой и продолжительный опыт в деятельности и развитии ИОС. В ИПТМУ РАН созданы и активно работают две научные лаборатории, создан филиал кафедры оптики и биомедицинской физики СГУ, созданы новые специальности (биохимическая физика, медицинская физика), специализации (лазерная физика и нелинейная оптика, цифровые телекоммуникационные системы), новые направления подготовки магистров (физика оптических явлений, биофизика, медицинская физика), на базе СГУ и ИПТМУ действует докторский диссертационный совет по лазерной физике (01.04.21) и биофизике (03.00.02), открыт новый кандидатский диссертационный совет по системному анализу и управлению (05.13.01) и динамике и прочности машин, приборов и механизмов (01.02.06), организованы и проведены 10 научных международных школ, 4 научных семинара в рамках международной конференции, организованной ИПТМУ РАН, организованы постоянно действующие научные семинары, организована подготовка аспирантов и докторантов через докторантуру СГУ, реализована подготовка 5 докторских и 10 кандидатских диссертаций, созданы дополнительные исследовательские рабочие места для молодежи, организованы научные командировки для молодежи для участия в научных конференциях, организованы молодежные секции международного общества по оптической технике (SPIE) (асп. В.В. Лычагов – президент) и оптического общества Америки (OSA) (к.ф.м.н., н.с. Л.В. Кузнецова – президент).

Пути получения новых результатов в деятельности ИОС

Развитие инфраструктуры базовых для ИОС лабораторий, развитие и переоснащение экспериментальной базы лабораторий и филиала кафедры, создание временных научных коллективов с привлечением вузовской молодежи для решения научных проблем и задач, расширение деятельности научных семинаров, открытие новой международно-признанной магистерской программы по менеджменту в биофотонике и биотехнологиях, открытие новой аспирантской специальности в области физики и техники измерений, интеграция в международную систему подготовки специалистов и организация международных временных научных коллективов.

Иные направления деятельности ИОС

Организация и проведение научно-популярных лекций по тематике ИОС в специализированных школах, лицеях и гимназиях г. Саратова и области; организация ежегодного семинара-лектория для школьников и преподавателей с привлечением лекторов из ведущих научных центров других городов и других стран.

Организация временных лабораторий для школьников для выполнения исследовательской работы на оборудовании ИОС, в частности, на голографическом оборудовании и на оборудовании для лазерных интерференционных измерений.

Разработка совместных научных проектов НИР для участия в конкурсе грантов по программам РФФИ, Миннауки и образования, CRDF, INTAS и др.

Создание временных научных коллективов для выполнения НИР по заказам предприятий.

Использование результатов проекта в системе образования. Влияние результатов работы ИОС на модернизацию образовательных программ или методик преподавания

Деятельность ИОС оказывает существенное влияние на качество и уровень подготовки

специалистов-физиков СГУ по специальности Физика со специализациями Лазерная физика и нелинейная оптика, Оптика и спектроскопия, Цифровые телекоммуникационные системы и специалистов-биофизиков по специальностям Биохимическая физика и Медицинская физика, а также по магистерским программам: Физика оптических явлений, Биофизика и Медицинская физика направления Физика. Студенты выполняют лабораторные работы, курсовые научные работы, дипломные работы по научной тематике ИОС. Членами ИОС предполагается переработка ряда специальных курсов лекций и методических руководств к практикумам, подготовка научно-методических работ для центральной печати.

Деятельность ИОС непосредственным образом повлияет на открытие и становление новых специальностей-направлений двухступенчатого образования на физическом факультете СГУ, предполагающих магистерскую подготовку по программам: Физика оптических явлений, Медицинская физика и Биофизика. Предполагается выполнять ряд магистерских диссертаций на базе и по тематике научных исследований ИОС.

Использование результатов работы ИОС при подготовке кадров высшей квалификации

На базе ИОС в настоящее время готовят диссертации 5 аспирантов и 2 докторанта. Деятельность ИОС непосредственно связана с работами докторских диссертационных советов Д063.74.01 по специальности 01.04.05 – Оптика и Д212.243.05 по специальности 01.04.21 - лазерная физика и 03.00.02 - биофизика (физ.-мат. и медицинские науки).