

Отчет о реализации стратегических проектов

2. Стратегический проект

"Национальный научно-технологический центр биомедицинской фотоники»

Ключевые результаты проекта к концу 2017 года (в соответствии с п.5.1. паспорта проекта)

На территории Орловской области и ряда соседних регионов в связи с Чернобыльской катастрофой и ряда других факторов (например, наличие Курской магнитной аномалии, а также в целом неблагоприятной экологической обстановки) в последние десятилетия остро возник вопрос в повышении качества и достоверности ранней диагностики социально-значимых заболеваний. Разработка новых технологий и приборов диагностики таких заболеваний и внедрения их в клиническую практику в кратчайшие сроки является актуальной задачей. Методы биофотоники уже в течение многих лет являются одними из самых эффективных методов скрининга, диагностики и лечения во многих медицинских приложениях. Они характеризуются простотой интерпретации получаемых данных и приборной реализации методов; точностью диагностирования; низкой стоимостью массового внедрения; быстротой исследования; комфортом для пациента.

В ходе выполнения проекта разработан опытный образец прибора для оптической неинвазивной диагностики нарушений кровоснабжения и жизнеобеспечения тканей у больных с социально-значимыми заболеваниями (эндокринологического и ревматологического профилей), и для обнаружения пораженных участков при проведении малоинвазивных хирургических операций в брюшной полости.

Начаты работы по исследованию возможности использования методов флуоресцентной спектроскопии для контроля транспортных свойств лекарственных препаратов на модельных животных чистой линии (например, «Wistar»).

Научные результаты проекта заключаются в разработанной системе классификации функциональных состояний конечностей у пациентов с сахарным диабетом и заболеваниями ревматологического профиля, а также классифицировать состояние тканей и слизистых при проведении малоинвазивных операций в брюшной полости; доказательной базе высокой чувствительности оптических неинвазивных методов (лазерной доплеровской флоуметрии, флуоресцентной спектроскопии, абсорбционной спектроскопии) к выявлению нарушений в гемодинамических и метаболических процессах биоткани при данных видах патологий.

Впервые разработан метод и устройства регистрации гиперспектральных изображений во время хирургических вмешательств, позволяющий получать диагностическую информацию с применением технологий флуоресцентной спектроскопии и спектроскопии диффузного отражения с целью повышения информативности и точности диагностики состояния тканей брюшной полости.

Предложенные в проекте оригинальные методы оптической неинвазивной диагностики могут быть использованы для диагностики нарушений в стопах ног пациентов на ранних стадиях, в том числе для уточнения патогенеза «диабетической стопы», что на сегодня является весьма актуальным в эндокринологии и хирургии, а также первичных нарушений верхних конечностей при синдроме Рейно, вибрационной болезни, системной красной волчанке, ревматоидных артритов и т.д. Кроме того, в части одной из модификаций, предназначенных для эндоскопических исследований, разработана

надежная методика получения гиперспектральных изображений *in vivo* в ходе диагностических исследований брюшной полости при проведении малоинвазивных хирургических операций.

Результаты научно-исследовательской работы по разработке метода и устройства метрологического контроля состояния приборов ЛДФ приняты к внедрению в ООО НПП «ЛАЗМА» (г. Москва) и в Московском областном научно-исследовательском клиническом институте им. М.Ф. Владимирского, что подтверждается актами о внедрении.

Данные исследования частично выполнялись при поддержке грантов программы УМНИК.

Более подробная информация доступна по ссылке: <http://www.bmecenter.ru/ru/research>.

Впервые в Российской Федерации **открыта новая специализация** по биомедицинской фотонике в рамках технологической магистратуры по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии», а также внедрение новых учебных модулей (дисциплин) по другим направлениям подготовки бакалавров и магистров как инженерного (например, «Приборостроение»), так и медицинского (например, «Лечебное дело») профилей.

Обеспечены новые технологии образования и выполнение НИР/НИОКР (в том числе посредством **технологии CDIO**. Аккредитовано **Студенческого отделения международного** оптического общества SPIE «Orel State University Chapter». Многие мероприятия поддерживаются обществом SPIE, например,: организация лекций с учеными мирового уровня в области фотоники; приглашение специалистов с производства или академического лектора; работа с учителями для улучшения своих знаний в оптике и др. Деятельность Студенческого отделения в Орле будет направлена на совершенствование профессиональных компетенций и развитие инновационной деятельности студентов. Участие в SPIE позиционирует Орловскую область на уровне крупнейших федеральных научно-образовательных центров, таких как Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск и др.

Сведения о достижении запланированных результатов на 2017 год

№	Запланированные результаты проекта в 2017 году (п.5.1 паспорта проекта)	Достигнутые результаты проекта на 31.12.2017
1	Опытный образец нового прибора(устройства) оптической диагностики для выявления нарушений в кровоснабжении и жизнеобеспечении биотканей на более ранних стадиях при сахарном диабете.	Разработан опытный образец нового прибора(устройства) оптической диагностики для выявления нарушений в кровоснабжении и жизнеобеспечении биотканей на более ранних стадиях при сахарном диабете. Созданный опытный образец прибора продемонстрирован в рамках выставок, форумов и научных конференций: -VI Всероссийском конгрессе молодых ученых (г. Санкт-Петербург); -Международной научной конференции

студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов-2017" (г. Москва);

- Международной конференции в области фотоники и биомедицинской оптики European Conference on Biomedical Optics (г. Мюнхен, Германия);
- Международной школе для молодых ученых и студентов по оптике, лазерной физике и биофотонике Summer School on Optics & Photonics 2017 (г. Оулу, Финляндия);
- Международном военно-техническом форуме "АРМИЯ-2017" (Московская область);
- Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Актуальные проблемы эндокринологии" (г. Санкт-Петербург);
- XXVI Международной научно-технической конференции "Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации" (г. Москва);
- IV летней научной школе "Photonics Meets Biology" (г. Таррагона, Испания);
- XXI международной школе для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике симпозиума "Оптика и биофотоника 2017" (г. Саратов);
- 2-ой Международной промышленной выставке и 2-ом Минском бизнес-форуме EXPO-RUSSELLARUS 2017 (г. Минск, Беларусь);
- Всероссийском съезде метрологов и приборостроителей (г. Москва);
- Международной конференции в области фотоники и оптоэлектроники SPIE "Photonics West" (г. Сан-Франциско, США);
- VI Московском международном форуме "Открытые инновации" (г. Москва);
- V Международного молодежного форума "Основные направления сотрудничества молодых ученых России и Китая в области науки" (г. Москва);
- Межвузовском форуме "Опорные университеты - драйверы развития регионов" (г. Белгород).

Сформированный R&D центр с предпосылкой выхода на международный уровень ввиду уже определённой

		<p>узнаваемости его деятельности в сфере исследований (высокорейтинговые статьи и подача заявок на гранты с международными партнёрами, участие в международных конференциях и выставках) создаёт положительный имидж опорному университету.</p>
2	<p>Комплект конструкторской документации (эскизный проект) на устройство оптической неинвазивной диагностики микроциркуляторно-тканевых нарушений для эндокринологии.</p>	<p>Разработан эскизный комплект конструкторской документации на устройство</p> <p>Описаны оригинальные методы оптической неинвазивной диагностики, которые использованы для диагностики нарушений в стопах ног пациентов на ранних стадиях, в том числе для уточнения патогенеза «диабетической стопы», что на сегодня является весьма актуальным в эндокринологии и хирургии, а также первичных нарушений верхних конечностей при синдроме Рейно, вибрационной болезни, системной красной волчанке, ревматоидных артритов и т.д. Кроме того, в части одной из модификаций прибора, предназначенных для эндоскопических исследований, разработана надежная методика получения гиперспектральных изображений <i>invivo</i> в ходе диагностических исследований брюшной полости при проведении малоинвазивных хирургических операций.</p>
3	<p>Повышение публикационной активности и доли финансирования за счет выигранных научных грантов.</p>	<p>Повышена публикационная активность сотрудников научно-технологического центра в рамках стратегического проекта. Перевыполнены запланированные показатели по публикационной активности, причём удалось не просто достичь заданного показателя в 30 статей (по факту – 38), но существенно повысить долю статей в высокорейтинговых журналах – так, впервые за год удалось опубликовать 6 статей в журналах 1-ого квартиля.</p> <p>Привлечены внешние гранты в рамках финансирования. Благодаря активной</p>

		<p>работе созданного студенческого отделения международного общества оптики и фотоники SPIE, а также за счёт повышения активности в подаче заявок на гранты самых разных фондов (РФФИ, Президентский грант, Фонд содействия инновациям), перевыполнен запланированный показатель внешнего финансирования в 3 млн. руб. (фактический показатель составил 3 млн.339 тыс. руб.).</p>
4	<p>Впервые в Российской Федерации открытие новой специализации по биомедицинской фотонике в рамках технологической магистратуры по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии», а также внедрение новых учебных модулей (дисциплин) по другим направлениям подготовки бакалавров и магистров как инженерного (например, «Приборостроение»), так и медицинского (например, «Лечебное дело») профилей.</p>	<p>Открыта новая специализация по биомедицинской фотонике в рамках технологической магистратуры по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии».</p> <p>Осуществлен набор обучающихся в 2017 г. в количестве 15 человек.</p> <p>Внедрены новые учебные модули (дисциплины) «Основы биофотоники» по направлениям подготовки бакалавров и магистров как инженерного (12.00.00 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии), так и медицинского (31.05.01.Лечебное дело, 31.05.02.Педиатрия) профилей</p>
5	<p>Вовлечение бакалавров и магистров различных направлений в выполнение НИР/НИОКР (в том числе посредством технологии CDIO с сентября 2017 г.)</p>	<p>17 студентов института приборостроения, автоматизации и информационных технологий, 6 студентов медицинского института, 5 студентов института биотехнологии и биоинженерии вовлечены в работу междисциплинарных команд по проектам полного жизненного цикла</p>
6	<p>Аккредитация Студенческого отделения международного оптического общества SPIE «Orel State University Chapter».</p>	<p>Аккредитовано студенческое отделение Международного общества оптики и фотоники SPIE, основанное на базе научно-технологического центра биомедицинской фотоники, которое выиграло 4 стипендии общества (из предоставленных 12 стипендий по России) и в декабре 2017 г. выступило организатором международной студенческой конференции «CROPS» в</p>

	университете ИТМО (г. Санкт-Петербург), тем самым подтвердив статус одного из самых активных отделений в России.
--	--

Сведения о выполнении запланированных мероприятий в рамках проекта:

№	Запланированные мероприятия проекта в 2017 году (п.8 паспорта проекта)	Реализованные на 31.12.2017 мероприятия календарного плана проекта (в соответствии с п. 8 паспорта проекта)
1	Аккредитация Студенческого отделения международного оптического общества SPIE «Orel State University Chapter»	Зарегистрировано студенческое отделение в ОГУ Международного общества оптики и фотоники SPIE (https://spie.org/membership/student-members/student-chapters) Работа Студенческого отделения в Орле направлена на совершенствование профессиональных компетенций и развитие инновационной деятельности студентов, что качественно повышает образовательный уровень в регионе. Участие в SPIE позиционирует Орловскую область на уровне крупнейших федеральных научно-образовательных центров, таких как Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск и др.
2	Открытие магистерской подготовки «Биомедицинская фотоника и электроника» по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»	Подготовлен и внедрен учебный план, разработана основная образовательная программа для новой направленности; проведены профориентационные мероприятия по набору магистров на данную программу подготовки. Запущена уникальная образовательная программа элитной подготовки научных кадров в области биомедицинской фотоники в целях повышения востребованности технических специальностей для инновационного развития региона, привлечения финансирования новых разработок по приоритетному направлению развития науки и техники в РФ «Науки о жизни» и критической технологии «Биомедицинские и ветеринарные технологии», а также обеспечения новых рабочих мест специалистами в малых инновационных предприятиях Орловской области
3	Оснащение лаборатории биомедицинской фотоники всем необходимым	Закуплено и размещено специализированное оборудование, мебель в подготовленных новых научно-исследовательских лабораториях центра по адресу: Наугорское шоссе, 29

	оптическим, контрольно-измерительными и компьютерным оборудованием	
4	Оснащение лаборатории биомедицинской фотоники Университетской клиники макетами установок и приборов серии «ЛАКК» от внешнего участника (НПП «ЛАЗМА») для проведения методологических исследований	В рамках стратегического проекта закуплено оборудование для оптической лаборатории на общую сумму 8 млн. рублей.
5	Разработка медико-биологического обоснования и медико-технических требований к приборам оптической неинвазивной диагностики микроциркуляторно-тканевых нарушений при заболеваниях различной этиологии (сахарный диабет, эндоскопия,	<p>Оформлены результаты проекта и обобщены в научно-технический отчет о проведенной НИР; опубликованы полученные результаты в ведущих изданиях, индексируемых в БД Scopus/Web of Science</p> <p>1. По результатам междисциплинарных исследований сотрудников университета и коллег из Смоленского государственного медицинского университета, университета Астона (Бирмингем, Великобритания), университета Оулу (Оулу, Финляндия) - специалистов в области биотехнологии (Стельмашук О.А., Кузнецова Е.А., Винокуров А.Ю.), биофотоники (Жеребцов Е.А., Жеребцова А.И., Дунаев А.В., Меглинский И.В., Быков А.В.) и медицины (Мамошин А.В., Снимщикова И.А., Борсуков А.В.), опубликована статья "Noninvasive control of the transport function of fluorescentcolouredliposomalnanoparticles" в зарубежном высокорейтинговом журнале Laser Physics Letters (Q1 / IF 2.391). Статья посвящена контролю транспортной функции флуоресцеин меченых липосомальных частиц при пероральном применении <i>in vivo</i>. Данная работа является началом в развитии таргентной доставки лекарственных препаратов и контролю эффективности доставки биологически активных веществ <i>in vivo</i>.</p> <p>2. Коллективом лаборатории биомедицинской фотоники</p>

	урология, онкология и др.)	<p>Университетской клиники в рамках выполнения стратегического проекта опорного университета «Национальный научно-технологический центр биомедицинской фотоники», опубликована научная статья</p> <p>"Analysis of skin blood microflow oscillations in patients with rheumatic diseases" (Irina Mizeva, Irina Makovik, Andrey Dunaev, Alexander Krupatkin, Igor Meglinski) в зарубежном высокорейтинговом журнале Journal of Biomedical Optics (Q1/ IF 2,570). Работа посвящена анализу возможности применения неинвазивных оптических методов и разработанного математического аппарата для оценки механизмов регуляции кровотока и диагностики сосудистых нарушений, связанных с ревматическими заболеваниями.</p> <p>3. Опубликована научная статья</p> <p>"Multimodal optical measurement for study of lower limb tissue viability in patients with diabetes mellitus" (V. Dremine, E. Zherebtsov, V. Sidorov, A. Krupatkin, I. Makovik, A. Zherebtsova, E. Zharkikh, E. Potapova, A. Dunaev, A. Doronin, A. Bykov, I. Rafailov, K. Litvinova, S. Sokolovski, E. Rafailov) в зарубежном высокорейтинговом журнале Journal of Biomedical Optics (Q1/ IF 2,570). Статья посвящена разработке совместного применения неинвазивных оптических технологий и математического аппарата для оценки метаболических и микроциркуляторных нарушений при сахарном диабете.</p>
6	Разработка макета опытного образца устройства оптической неинвазивной диагностики микроциркуляторно-тканевых нарушений (модификация для эндокринологии)	<p>Созданный опытный образец прибора продемонстрирован в рамках выставок, форумов и научных конференций:</p> <ul style="list-style-type: none"> -VI Всероссийском конгрессе молодых ученых (г. Санкт-Петербург); -Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов-2017" (г. Москва); -Международной конференции в области фотоники и биомедицинской оптики European Conference on Biomedical Optics (г. Мюнхен, Германия); -Международной школе для молодых ученых и студентов по оптике, лазерной физике и биофотонике Summer School on Optics & Photonics 2017 (г. Оулу, Финляндия); -Международном военно-техническом форуме "АРМИЯ-2017" (Московская область); -Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Актуальные проблемы эндокринологии" (г. Санкт-Петербург); -XXVI Международной научно-технической конференции "Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации" (г. Москва); -IV летней научной школе "Photonics Meets Biology" (г. Таррагона, Испания); -XXI международной школе для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике симпозиума "Оптика и

		<p>биофотоника 2017" (г. Саратов); -2-ой Международной промышленной выставке и 2-ом Минском бизнес-форуме EXPO-RUSSIABELARUS 2017 (г. Минск, Беларусь); -Всероссийском съезде метрологов и приборостроителей (г. Москва); -Международной конференции в области фотоники и оптотехники SPIE "PhotonicsWest" (г. Сан-Франциско, США); -VI Московском международном форуме "Открытые инновации" (г. Москва); -V Международного молодежного форума "Основные направления сотрудничества молодых ученых России и Китая в области науки" (г. Москва); -Межвузовском форуме "Опорные университеты - драйверы развития регионов" (г. Белгород).</p>
7	<p>Разработка эскизного проекта устройства оптической неинвазивной диагностики микроциркуляторно-тканевых нарушений для эндокринологии</p>	<p>Разработан комплект конструкторской документации (в виде эскизного проекта) на устройство оптической неинвазивной диагностики микроциркуляторно-тканевых нарушений для эндокринологии</p>
8	<p>Участие в работе оргкомитета по проведению международной научно-практической конференции «Трансляционная медицина: миниинвазивная хирургия и оптическая диагностика»</p>	<p>Проведена секция «Биомедицинская оптика и фотоника в клинической практике» в рамках конференции "Трансляционная медицина", с участием приглашённых ведущих учёных в области биофотоники, как зарубежных – профессор И. Меглинский (Оулу, Финляндия), профессор Эдик Рафаилов (Бирмингем, Великобритания), так и российских – из Москвы, Санкт-Петербурга, Перми, Пущино и Саратова. Количество участников превысило 100 человек.</p>

Сведения о достигнутых в 2017 году значениях показателей эффективности реализации стратегического проекта:

№	Наименование показателя эффективности	Единица измерения	Плановое значение целевого показателя на 2017 год	Достигнутое значение целевого показателя на 31.12.2017	% достижения планового значения на 2017 год	Описание причин отклонения между плановым и прогнозируемым значениями
1	Количество статей ОГУ в БД Scopus по тематике биомедицинской фотоники, шт. (нарастающим итогом)	шт.	30	38	127%	
2	Финансирование за счет внешней грантовой поддержки, млн. руб.	млн. руб.	3	3,339	111%	
3	Количество студентов(бакалавры, магистры, аспиранты), привлеченных к работе по проекту, чел.	чел.	20	28	140%	
4	Количество обследованных	чел.	900	910		

	пациентов (ООКБ, НКМЦ им. З.И. Круглой), чел.				101%	
5	Количество заключенных соглашений/отзывов об апробации разработанной технологии, шт.	шт.	-	-	-	Не запланировано на 2017 год