

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КРУПНЫХ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

С.П. Юркевичюс, нач. отдела ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. техн. наук, доцент,
jursp@extech.ru

А.Е. Гриценко, зам. нач. отдела ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. техн. наук,
gritsenkoae@extech.ru

Рецензент: С.М. Аветисян, ФГКВОУ ВО Военная академия ракетных войск
стратегического назначения имени Петра Великого Министерства обороны
Российской Федерации, канд. техн. наук, *avetisyan@inbox.ru*

В статье приведен обзор результатов реализации в 2022 г. крупных научных проектов в области информационно-телекоммуникационных систем по приоритетным направлениям научно-технологического развития, выполняемых консорциумами научных организаций и образовательных учреждений России в рамках Государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».

Ключевые слова: Федеральный реестр экспертов, квантовые технологии, гомоморфное шифрование, терагерцевый диапазон, источники электромагнитных импульсов, передача электромагнитной энергии, терагерцевое излучение, искусственный интеллект, биомедицинские данные, нейроморфный искусственный интеллект, машинное обучение, COVID-19.

RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF MAJOR SCIENTIFIC PROJECTS IN PRIORITY AREAS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN THE FIELD OF INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS

S.P. Yurkevichyus, Head of Department, SRI FRCEC, Doctor of Engineering, Associate Professor, *jursp@extech.ru*

A.E. Gritsenko, Deputy Head of Department, SRI FRCEC, Doctor of Engineering,
gritsenkoae@extech.ru

The article provides an overview of the results of the implementation in 2022 of major scientific projects in the field of information and telecommunication systems in priority areas of scientific and technological development, carried out by consortia of scientific organizations and educational institutions of Russia within the framework of the state program «Scientific and Technological Development of the Russian Federation».

Keywords: Federal Roster of Experts, quantum technologies, homomorphic encryption, terahertz range, sources of electromagnetic pulses, electromagnetic energy transmission, terahertz radiation, artificial intelligence, biomedical data, neuromorphic artificial intelligence, machine learning, COVID-19.

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 [1], устанавливает приоритетные направления развития науки и технологий на ближайшие 10–15 лет. К таким направлениям, в частности, относятся исследования в области информационно-телекоммуникацион-

ных систем, базирующиеся, в свою очередь, на результатах фундаментальных и прикладных работ в областях информационной безопасности, искусственного интеллекта, робототехники, сверхширокополосной связи и радиолокации, когнитивных информационных процессов и др.

Государственной программой «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 № 377 [2], предусмотрено мероприятие «Реализация крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития» основного мероприятия «Обеспечение реализации программы фундаментальных научных исследований».

В целях реализации мероприятий данной Государственной программы заключено 41 соглашение о предоставлении из федерального бюджета в 2020–2022 гг. гранта в форме субсидии (далее – грант) в размере 100 млн руб. ежегодно на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития [3].

Оценка результатов выполненных работ получателями грантов за 2021–2022 гг. производилась организацией-монитором: ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ [4]. Экспертиза проводилась комплексно, с привлечением как экспертов Федерального реестра экспертов [5], так и экспертов-мониторов из числа сотрудников института.

Обзор результатов работ в соответствии с приоритетом «а» «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта» (п. 20 Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации) представлен далее.

Проект «Исследование и создание передовых методов защиты информации, сохранения конфиденциальности и предотвращения утечки данных при их обработке в распределенных средах»

Головной исполнитель – ФГБУН «Институт системного программирования имени В.П. Иванникова Российской академии наук». Соисполнитель: ФГБУН «Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук».

Руководитель проекта – академик РАН, д-р физ.-мат. наук, проф. А.И. Аветисян.

Цель проводимых исследований. Обеспечение информационной безопасности вычислений в распределенных системах новых поколений.

Актуальность проводимых исследований. Кибербезопасность в распределенных средах – актуальный вызов в области современных информационных технологий, поскольку с приходом Интернета практически вся обработка данных протекает именно в распределенной среде. Исследования по квантовым технологиям сейчас выходят из фазы прототипирования и вскоре станут элементом повседневной жизни. Эти технологии сделают бесполезными старые средства криптографии, в том числе в распределенных системах. В результате легко будет потерять технологическую независимость в информационном пространстве. Поэтому исследования и создание передовых методов защиты информации с использованием квантовых технологий и гомоморфного шифрования становятся крайне актуальны.

Уникальные полученные результаты. В области обеспечения кибербезопасности процессов обработки и хранения данных в распределенных облачных средах разработаны шесть программных средств моделирования, верификации моделей и тестирования реализаций криптоалгоритмов взаимодействия компонентов распределенных систем и критических компонентов базового уровня системного ПО. Программные средства реализуют, в том числе, формальный язык спецификаций криптоалгоритмов и автоматизированный способ трансляции в модели анализаторов стойкости ProVerif и CryptoVerif, метод генерации тестов на основе формальных спецификаций и позволяют верифицировать последовательные алгоритмы ядер операционных систем, таких как ОС Linux. Программное средство, реализующее метод построения тестов на основе моделей протоколов взаимодействия с поддержкой

функций безопасности, позволило обнаружить три критические ошибки в распространенной реализации протокола OpenSSL.

В области гомоморфного шифрования разработан новый метод проектирования нейронных сетей для обучения и работы с зашифрованной информацией с сохранением их качественных показателей; предложена эффективная архитектура обучения нейронной сети с сохранением конфиденциальности, основанная на методе упаковки для оптимизации перестановки матриц; разработано программное средство, демонстрирующее улучшение в 3 раза по отношению к ранее известным архитектурам нейронных сетей.

Уникальность первых двух результатов состоит в том, что были разработаны программные средства, предоставляющие новые возможности по глубокой верификации критических компонентов программных систем и повышающие скорость работы алгоритмов гомоморфного шифрования (рис. 1).

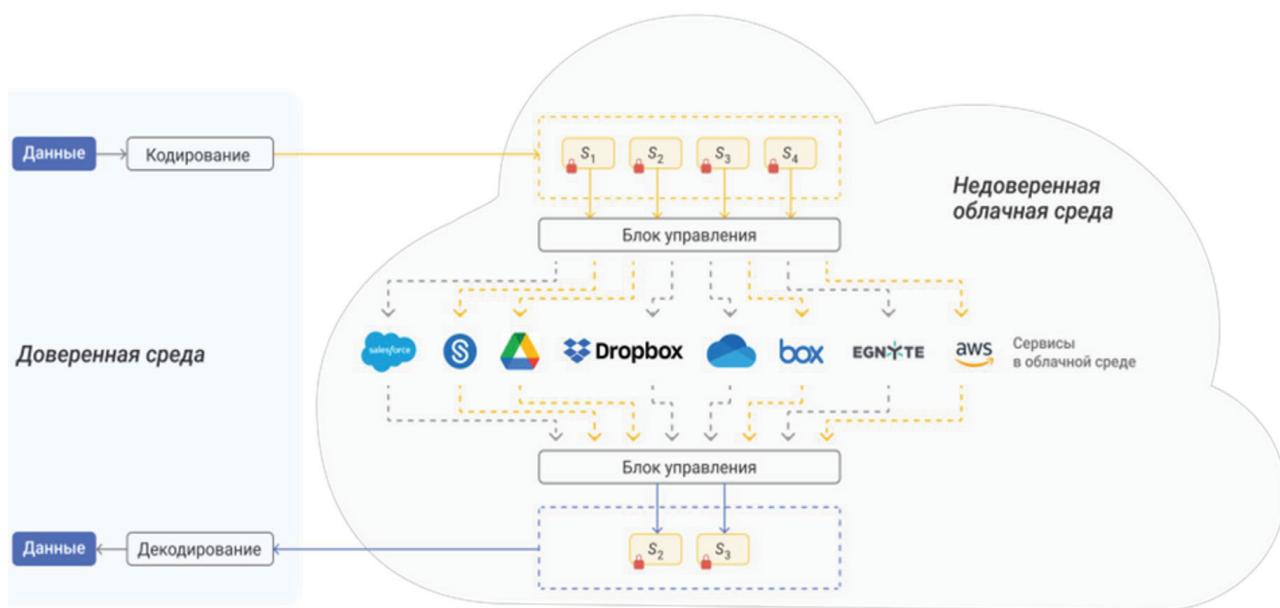


Рис. 1. Распределенная система со средствами защиты информации при помощи гомоморфного шифрования

В области квантовых технологий и квантовых криптографических протоколов построены атаки на протоколы квантовой криптографии на когерентных состояниях; доказана стойкость протокола квантовой криптографии BB84 с учетом несовершенств одновременно источника и детекторов, исследован ландшафт задачи управления, построены множества достижимости для кубита, взаимодействующего с окружением; выведено квантовое кинетическое уравнение для режима слабой связи за пределами секулярного приближения; разработана теория некоммутативных операторных графов для квантовой коррекции ошибок в открытых квантовых системах; решена задача переноса матрицы когерентности нулевого порядка вдоль спиновой цепочки, исследована пропускная способность квантовых каналов связи, предложен алгоритм построения обобщенных практически полных возрождений локальных наблюдаемых в системах квантовых спинов. Уникальность этого результата состоит в строгом доказательстве стойкости протокола BB84. Кроме того, впервые показана возможность существования ловушек в задачах управления квантовыми

системами при отсутствии ограничений на управление. Предложен и исследован новый режим динамики открытых квантовых систем, названный режимом сильной декогеренции.

Важность полученных результатов. На основе проведенных исследований создаются технологии, внедряемые в ведущих ИТ-компаниях и включенные в «дорожные карты» ряда госкорпораций. В интересах Лаборатории Касперского продемонстрирована возможность строгого математического доказательства корректности критических компонентов операционных систем. В разработанной ООО «КуРЭйт» российской системе квантовой криптографии использованы формулы скорости генерации секретного ключа в квантовой криптографии при детекторах разной эффективности. Также в интересах ООО «КуРЭйт» совместно с ФИАН были проведены работы по построению атаки на протокол BB84 с обманными состояниями.

Отражение результатов в ЕГИСУ НИОКР [6]. Количество статей по тематике проекта в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных, – 16. Количество диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, защищенных по результатам исследований, – 4 (одна из них докторская).

Проект «Методы построения и моделирования сложных систем на основе интеллектуальных и суперкомпьютерных технологий, направленные на преодоление больших вызовов»

Головной исполнитель – ФГУ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление Российской академии наук».

Руководитель проекта – академик РАН, д-р техн. наук, проф. И.А. Соколов.

Цель проводимых исследований. Создание теории, методов и инструментов моделирования сложных систем, применение разработанных подходов для решения широкого спектра актуальных задач из различных областей: искусственный интеллект, робототехника, материаловедение, моделирование летательных аппаратов.

Актуальность проводимых исследований. Получены результаты мирового уровня, имеющие высокую практическую применимость в области создания систем автоматизации проектирования, синтеза новых материалов, микроэлектроники, моделирования различных физических процессов на качественно новом уровне.

Уникальные полученные результаты. Разработаны методы и программные инструменты нейросетевого прогнозирования, реализующие новые алгоритмы анализа данных в сложных системах, обеспечивающие существенно более высокую точность по отношению к мировым аналогам. Разработанные методы доказали свою высокую эффективность в задачах физики плазмы, океанологии, прогнозирования рынков.

С помощью технологий искусственного интеллекта разработан метод получения достоверной информации о психологических особенностях человека, способный предсказывать социально опасные явления и деструктивные процессы в обществе на основе анализа сообщений в социальных сетях и мессенджерах.

Разработаны методы адаптивного управления поведением робототехнических систем для различных навигационных и манипуляционных задач, основанные на интеграции эвристического поиска, обучения с подкреплением, теории автоматического управления. Результаты проведенных экспериментов в симуляции и на реальном роботе, проведенные в робототехническом центре ФИЦ ИУ РАН, подтвердили эффективность разработанных методов и их превосходство по отношению к лучшим мировым аналогам по скорости работы и качеству решения задач навигации и манипуляции (рис. 2).

Предложен уникальный алгоритм построения упругой деформации с наименьшим максимальным искажением, превосходящий по качеству и надежности все известные алгоритмы построения деформаций. Разработанный подход способен существенно поднять качество и скорость работы САПР в авиационной отрасли.



Рис. 2. Процесс заезда робота на платформу по наклонной поверхности

Важность полученных результатов. Результаты проекта обладают высокой практической значимостью и востребованы в широком спектре прикладных отраслей экономики (авиастроение, космическая отрасль, робототехника, производство композиционных материалов, электроника). Вероятностно-статистические модели применяются для построения моделей в метеорологии, медицине, физике плазмы, сelenологии, океанологии. Алгоритмы решения кинетических уравнений являются одним из основных инструментов решения задач высотной аэродинамики, импульсной лазерной абляции. Методы моделирования структурных свойств композиционных материалов применяются для нужд микроэлектроники, авиационной промышленности и других отраслей. Метод получения достоверной информации о психологических особенностях человека может быть применен для прогнозирования и раннего обнаружения социально опасных явлений, деструктивных процессов в обществе.

Отражение результатов в ЕГИСУ НИОКР [7]. Количество статей по тематике проекта в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных, – 28. Количество диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, защищенных по результатам исследований, – 7 (одна из них докторская).

Проект «Мозг и информация: от естественного интеллекта к искусственному»

Головной исполнитель – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Соисполнители: ФГБУН «Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук», ФГБУН «Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук».

Руководитель проекта – академик РАН, д-р физ.-мат. наук, проф. В.А. Садовничий.

Цель проводимых исследований. Разработка новых методов для регистрации когнитивных информационных процессов в головном мозге, формирование фундаментального научного задела для разработки систем искусственного интеллекта, использующего принципы кодирования когнитивной информации мозгом человека и животных.

Актуальность проводимых исследований. Раскрытие нейронного когнитивного кода и разработка нового поколения искусственного интеллекта, основанного на принципах работы головного мозга.

Уникальные полученные результаты. Впервые в мире описаны клеточные и генетические механизмы нервной трансмиссии информации у примитивных организмов, не обладающих нервной системой, меняющие современные представления о происхождении нервной системы и механизмов передачи информации ее клетками. Впервые в мире идентифицированы более 20 различных семейств генов ионотропных глутаматных рецепторов и ряд новых

ключевых генов и микроРНК, связанных с информационными процессами в нервной системе. Выявлены 3142 генетических варианта и 255 генетических вариаций, связанных с функциями памяти в нервной системе млекопитающих, включая человека. Разработаны уникальные нейрофотонные технологии и инструменты для визуализации и оптогенетического управления нейронной активностью мозга, в том числе с помощью систем оптических волокон в глубоких структурах головного мозга (рис. 3).

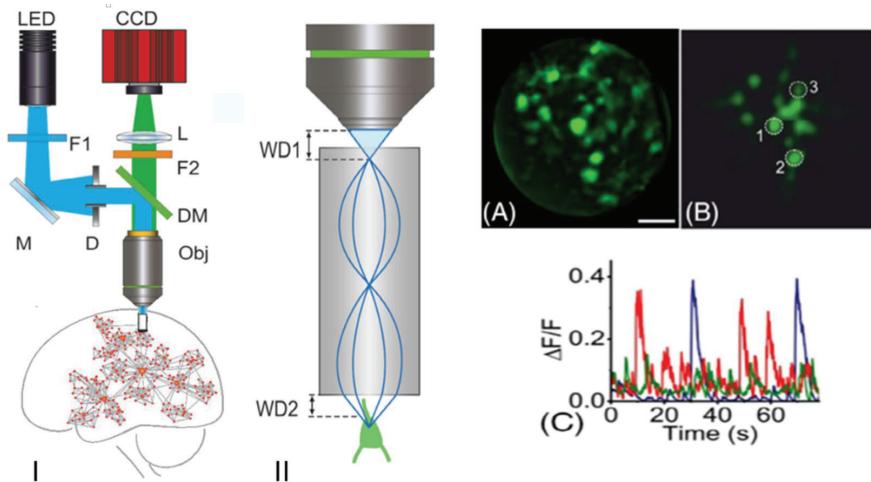


Рис. 3. Схематическое изображение разработанных оптоволоконных технологий визуализации активности головного мозга с помощью:

I – волокна с градиентным показателем преломления; II – GRIN-волокна. Получение:
А – изображения участка глубокой структуры (гиппокампа) мозга животного; В – выделенных отдельных нейронов; С – записи их активности во времени

Созданы инновационные платформы для автоматического конструирования и визуализации искусственных нейронных сетей и новые алгоритмы построения злонамеренных примеров и визуализации активаций нейронов в искусственных нейронных сетях с использованием методов малоранговых тензорных аппроксимаций, включая ТТ-разложение и метод оптимизации TT Opt на его основе. Разработан уникальный метод машинного обучения рабочей памяти MemUP на основе предсказания событий высокой неопределенности, которые могут находиться далеко в будущем. Разработан первый в России прототип искусственного нейрона с оптической синаптической связью, спайковым откликом, кратковременной и долговременной памятью. Изготовлена серия фотоэлектрических структур на интегральном фотонном чипе, обладающих нейроморфными свойствами.

Важность полученных результатов. Полученные в проекте знания позволяют разработать новые подходы к изучению кодирования когнитивной информации в головном мозге в норме и при патологии. Разработки проекта закладывают основу для нейроморфных вычислительных систем, нейрофотонного искусственного интеллекта и систем памяти, которыми не обладают существующие искусственные нейронные сети.

Отражение результатов в ЕГИСУ НИОКР [8]. Количество статей по тематике проекта в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных, – 16. Количество диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, защищенных по результатам исследований, – 12.

Проект «Надежный и логически прозрачный искусственный интеллект: технология, верификация и применение при социально значимых и инфекционных заболеваниях»

Головной исполнитель – ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского». Соисполнители: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», ФГБУН «Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук», ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», ФГАОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет».

Руководитель проекта – д-р физ.-мат. наук, проф. А.Н. Горбань.

Цель проводимых исследований. Создание систем искусственного интеллекта нового поколения, отвечающего требованиям надежности и объяснимости предъявляемых решений, а также разработка программного обеспечения для применения в чувствительных областях, в первую очередь в биомедицинских приложениях.

Актуальность проводимых исследований. Для работы с ошибками и обеспечения надежности искусственного интеллекта в реальном мире разработана и испытана принципиально новая технология мультикорректоров. С ее использованием был решен ряд важных задач, где требование надежности и логической объяснимости является критичным: анализ больших биомедицинских данных и выявление сверхранних предикторов заболеваний; анализ климатических данных и предсказание экстремальных событий; инженерия новых материалов, квантовых и оптических технологий и др.

Уникальные полученные результаты. Впервые в мире проведен всесторонний теоретический анализ феномена обучения с малого числа предъявлений в моделях, где исходные входные данные отображаются в пространство свойств с помощью нелинейных отображений. Разработаны методы, позволяющие ускорить наступление «благословения размерности», позволяющего обучать с нескольких примеров, используя нелинейные отображения наборов данных в пространства более высокой размерности. Этот подход особенно важен для решения практической задачи быстрого и надежного обновления систем ИИ при появлении новых объектов и явлений. Используемая технология корректоров расширена на случаи, в которых распределения данных не удовлетворяют ранее известным условиям применимости. Подготовлено программное обеспечение, эффективно имплементирующее алгоритмы коррекции для гранулярных распределений (рис. 4).

Отражение результатов в ЕГИСУ НИОКР [9]. Количество статей по тематике проекта в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных, – 21. Количество диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, защищенных по результатам исследований, – 5 (одна из них докторская).

Проект «Моделирование эпидемий вирусных инфекций»

Головной исполнитель – ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – ВНИИ технической физики им. акад. Е.И. Забабахина». Соисполнители: ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт прикладной физики Российской академии наук», ФГУ «Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», ФГБУН «Институт вычислительной математики Российской академии наук», ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, ФГБУ «Национальный исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний» Минздрава России.

Руководитель проекта – член-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук С.Н. Лебедев.

Цель проводимых исследований. Разработка математических моделей распространения инфекционных заболеваний и создание методик прогнозирования в масштабе Российской Федерации влияния на развитие эпидемий различных административных воздействий, в том числе карантинных мероприятий.

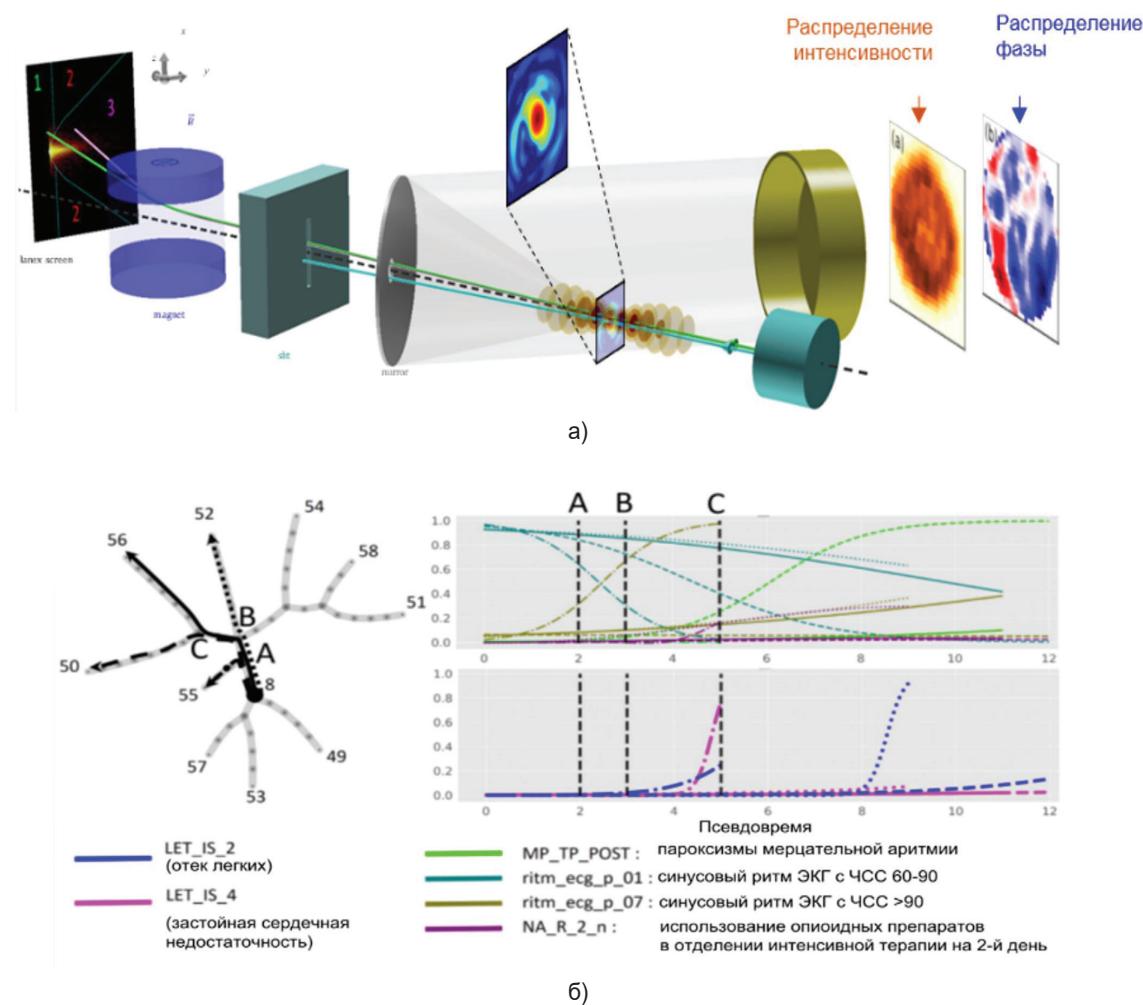


Рис. 4. Определение хроматических и оптических аберраций при фокусировке коротких лазерных импульсов (а); локальные корректоры используются для уменьшения и контроля ошибок; построение клинических траекторий для прогнозирования течения заболевания у конкретных пациентов (б)

Актуальность проводимых исследований. Актуальность данной научно-исследовательской работы определяется отсутствием адаптированных для российских условий систем прогнозирования распространения как известных, так и неизвестных вирусных инфекций. Реализация проекта должна позволить государственным органам принимать обоснованные решения для минимизации экономических и социальных последствий ограничительных мер, вводимых для сохранения здоровья населения.

Уникальные полученные результаты. В мировой практике пришли к заключению, что только агентные модели могут определить ключевые механизмы распространения эпидемии. Созданные АОМ-модели обладают свойством детального описания популяции и среды обитания, учитывают одновременную циркуляцию нескольких штаммов, вакцинирование населения, приобретение и потерю иммунитета (рис. 5, 6).

Модели сопоставимы с наиболее развитой агентной моделью Covasim [Covasim: an agent-based model of COVID-19 dynamics and interventions, doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.10.20097469>; April 1, 2021]. Прогностический интервал Covasim составляет около 2 мес., АОМ – более 3 мес. (рис. 7, 8).



Рис. 5. Структура программного комплекса моделирования эпидемий вирусных инфекций в РФ



Рис. 6. Окно системы моделирования

Модели АОМ превосходят Covasim в том, что учитывают реальную структуру населения РФ и применяемые на территории РФ вакцины. Созданный программный комплекс позволяет с помощью компьютерного моделирования получить прогноз протекания эпидемии в масштабе от отдельного города до всей РФ с учетом регулирующих мер, вводимых государственными органами для минимизации социальных и экономических последствий эпидемии.

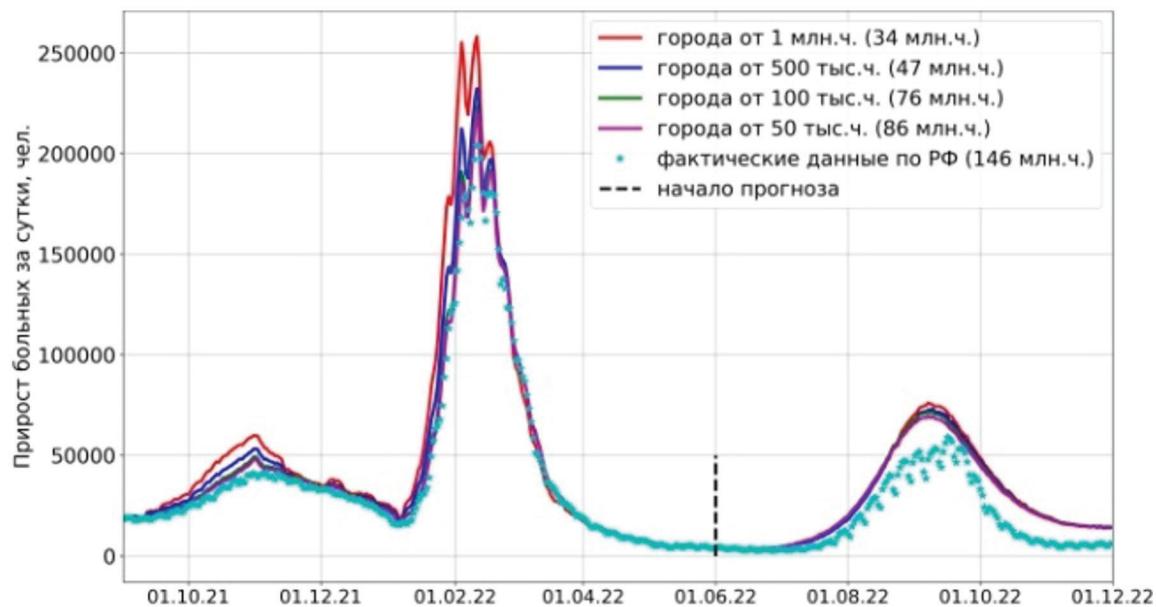


Рис. 7. Полугодовой прогноз развития эпидемии в масштабе РФ

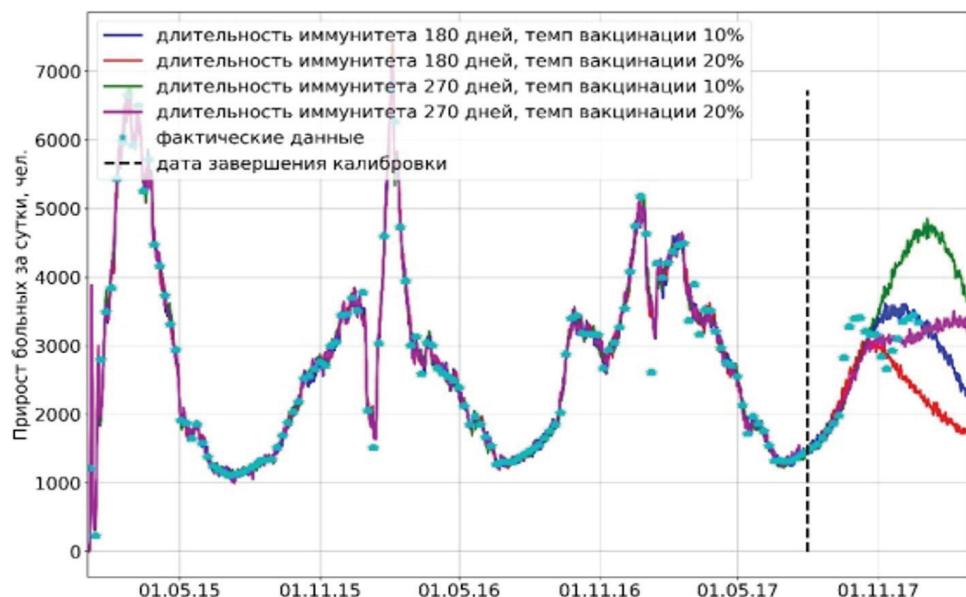


Рис. 8. Применение АОМ для моделирования эпидемий гриппа 2015–2017 гг. в Москве

Важность полученных результатов. Разработанные модели могут быть использованы специалистами институтов Роспотребнадзора, занимающимися вопросами контроля распространения вирусных инфекций. Созданный программный комплекс моделирования вирусных инфекций может быть также использован специалистами, консультирующими глав субъектов РФ по введению/снятию карантинных мер в регионах.

Отражение результатов в ЕГИСУ НИОКТР [10]. Количество статей по тематике проекта в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных, – 6. Количество диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, защищенных по результатам исследований, – 4.

Обзор результатов работ в соответствии с приоритетом «20д» «Противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства» представлен далее.

Проект «Генерация и распространение высокомощных сверхширокополосных электромагнитных импульсов микроволнового и терагерцового диапазона»

Головной исполнитель – ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук». Соисполнители: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», ФГБУН «Объединенный институт высоких температур Российской академии наук», ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук».

Руководитель проекта – чл.-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф. С.В. Гарнов.

Цель проводимых исследований. Разработка новых подходов к генерации высокомощных сверхширокополосных электромагнитных импульсов микроволнового и терагерцового диапазона. Определение предельных возможностей новых источников излучения и перспектив их применения в фундаментальных научных исследованиях и прикладных областях, в частности для решения задач метрологии, сверхширокополосной связи и радиолокации.

Актуальность проводимых исследований. Разработка новых методов и уникальных источников электромагнитных импульсов для применений в физическом эксперименте и для междисциплинарных исследований, развитие технических возможностей, в том числе основанных на известных технологиях приборостроения, позволяющих решать прикладные задачи в интересах различных отраслей промышленности.

Уникальные полученные результаты. Реализованы передовые особые подходы к генерации сверхширокополосных импульсов СВЧ- и ТГц-излучения в элементах вакуумной электроники за счет формирования сверхсветовой волны электронной эмиссии под действием лазерного излучения, а также на основе объемного рождения носителей заряда в алмазе, применимые для разработки новых источников такого излучения с перспективой использования в промышленных технологиях (рис. 9).

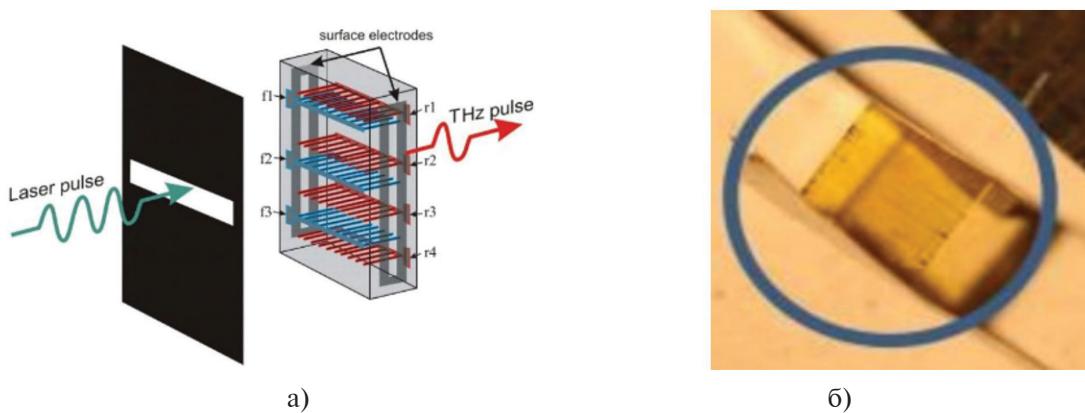


Рис. 9. Генерация сверхширокополосных импульсов СВЧ- и ТГц-излучения

Схема ТГц-излучения от фотопроводящей антенны на основе перовскитов (а),
фотопроводящая антенна на основе алмаза (б)

Внедрены новые методы повышения разрешающей способности спектральных приборов в СВЧ- и ТГц-диапазонах, применимых для задач медицины, биологии и физических экспериментов. Проведен цикл уникальных крупномасштабных работ по изучению явлений, возникающих при распространении сверхкоротких электромагнитных импульсов в ионосфере (рис. 10) и атмосфере (рис. 11) Земли. Исследования подобного рода в таких масштабах проводятся впервые в мире.



Рис. 10. «Гигантская» коаксиальная линия в помещении стенда «Крот»

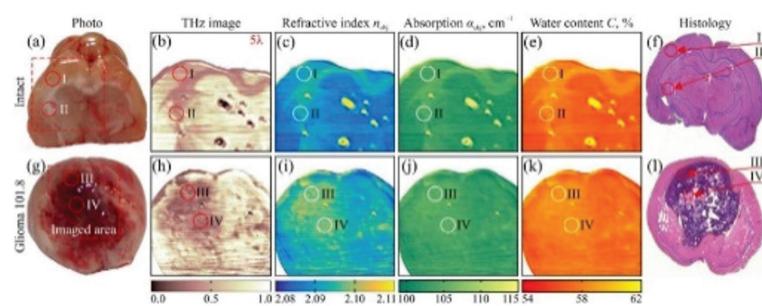


Рис. 11. Эксперимент по прохождению СШП-сигнала в свободной атмосфере

Важность полученного результата. Демонстрация передовых особых подходов к генерации сверхширокополосных импульсов СВЧ- и ТГц-диапазонов, разработанных в ходе крупномасштабных исследований процессов распространения сверхкоротких электромагнитных импульсов в атмосфере и плазменных средах, позволит создать на основе разработанных методов комплекс перспективных технических средств и системы связи и передачи электромагнитной энергии, а новые методы визуализации объектов увеличат пространственное разрешение систем построения изображений в ТГц-диапазоне.

Отражение результатов в ЕГИСУ НИОКТР [11]. Количество статей по тематике проекта в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных, – 16. Количество диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, защищенных по результатам исследований, – 4 (одна из них докторская).

Вывод

Представленные в статье результаты реализации крупных научных проектов по направлению «Информационно-телекоммуникационные технологии» имеют широкий диапазон исследований: от создания передовых методов защиты информации и перспективных систем передачи электромагнитной энергии до создания нейроморфного искусственного интеллекта и моделирования эпидемий вирусных инфекций (в частности COVID-19). Достигнутые прорывные результаты соответствуют приоритетам Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, являются значимыми для науки, государства и общества, а также представляют особую важность для социально-экономической сферы страны.

Следует отметить, что на основании предложения ФГБУ «Российская академия наук» Комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации четыре проекта из представленных отобраны для продолжения реализации в 2023 г. (дополнительный четвертый этап). Проекты ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» и ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – ВНИИ технической физики им. акад. Е.И. Забабахина» завершены.

Результаты реализации крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития были представлены на X Международном форуме технологического развития «ТЕХНОПРОМ-2023», прошедшем с 20 по 25 августа 2023 г. в г. Новосибирске [12].

Авторы сообщают об отсутствии конфликтов любых интересов.

Статья выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания на 2023 г. № 075-01590-23-05.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».
3. Протокол от 28.07.2020 № 2020-1902-01-3 оценки заявок на участие в конкурсном отборе на предоставление грантов в форме субсидий на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации. URL: https://minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=18366&phrase_id=4182299 (дата обращения: 20.11.2023).
4. Юркевичюс С.П., Гриценко А.Е. Промежуточные результаты реализации крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития в области информационно-телекоммуникационных систем // Инноватика и экспертиза. 2022. Вып. 2 (34). 14 с.

5. Положение о Федеральном реестре экспертов научно-технической сферы. URL: <https://reestr.extech.ru> (дата обращения: 20.11.2023).
6. Информационная карта реферативно-библиографических сведений. URL: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/V1HZ1NNTTSXK70PCFV90AY15> (дата обращения: 20.11.2023).
7. Информационная карта реферативно-библиографических сведений. URL: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/CF7WJEZB3GU34RS57MK23G84> (дата обращения: 20.11.2023).
8. Информационная карта реферативно-библиографических сведений. URL: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/QRJWAQT6V9S8K70V7ITFSD4Q> (дата обращения: 20.11.2023).
9. Информационная карта реферативно-библиографических сведений. URL: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/OAQN1R10V65SABBGM5YGHFRB> (дата обращения: 20.11.2023).
10. Информационная карта реферативно-библиографических сведений. URL: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/8U59BWAFK8MBEDFTQAMCYL3O> (дата обращения: 20.11.2023).
11. Информационная карта реферативно-библиографических сведений. URL: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/5AEVFGE7TF671E5NR79TO8KG> (дата обращения: 20.11.2023).
12. IX Международный форум технологического развития «ТЕХНОПРОМ-2023». URL: <https://форумтехнопром.рф> (дата обращения: 20.11.2023).

References

1. *Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 01.12.2016 No. 642 «O Strategii nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii»* [Decree of the President of the Russian Federation dated December 1, 2016 No. 642 «On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation»].
2. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 29.03.2019 No. 377 «Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Nauchno-tehnologicheskoe razvitiye Rossiyskoy Federatsii»* [Decree of the Government of the Russian Federation dated March 29, 2019 No. 377 «On approval of the state program of the Russian Federation «Scientific and technological development of the Russian Federation»].
3. *Protokol ot 28.07.2020 No. 2020-1902-01-3 otsenki zayavok na uchastie v konkursnom otbore na predostavlenie grantov v forme subsidii na provedenie krupnykh nauchnykh proektor po prioritetnym napravleniyam nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii* [Minutes of July 28, 2020 No. 2020-1902-01-3 of the evaluation of applications for participation in the competitive selection for the provision of grants in the form of subsidies for the implementation of large scientific projects in priority areas of scientific and technological development of the Russian Federation]. Available at: https://minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=18366&phrase_id=4182299 (date of access: 20.11.2023).
4. Yurkevichus S.P., Gritsenko A.E. (2022) *Promezhutochnye rezul'taty realizatsii krupnykh nauchnykh proektor po prioritetnym napravleniyam nauchno-tehnologicheskogo razvitiya v oblasti informatsionno-telekomunikatsionnykh sistem* [Intermediate results of the implementation of large scientific projects in priority areas of scientific and technological development in the field of information and telecommunication systems] *Innovatika i ekspertiza* [Innovation and Expert Examination]. Issue 2 (34). 14 p.
5. *Polozhenie o Federal'nom reestre ekspertov nauchno-tehnicheskoy sfery* [Regulations on the Federal Roster of Experts in the Scientific and Technical Field]. Available at: <https://reestr.extech.ru> (date of access: 20.11.2023).
6. *Informatsionnaya karta referativno-bibliograficheskikh svedeniy* [Information card of abstract and bibliographic information]. Available at: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/V1HZ1NNTTSXK70PCFV90AY15> (date of access: 20.11.2023).
7. *Informatsionnaya karta referativno-bibliograficheskikh svedeniy* [Information card of abstract and bibliographic information]. Available at: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/CF7WJEZB3GU34RS57MK23G84> (date of access: 20.11.2023).
8. *Informatsionnaya karta referativno-bibliograficheskikh svedeniy* [Information card of abstract and bibliographic information]. Available at: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/QRJWAQT6V9S8K70V7ITFSD4Q> (date of access: 20.11.2023).

9. *Informatsionnaya karta referativno-bibliograficheskikh svedeniy* [Information card of abstract and bibliographic information]. Available at: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/OAQN1R10V65SABBGM5YGHFRB> (date of access: 20.11.2023).
10. *Informatsionnaya karta referativno-bibliograficheskikh svedeniy* [Information card of abstract and bibliographic information]. Available at: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/8U59BWAFK8MBEDFTQAMCYL3O> (date of access: 20.11.2023).
11. *Informatsionnaya karta referativno-bibliograficheskikh svedeniy* [Information card of abstract and bibliographic information]. Available at: <https://rosrid.ru/ikrbs/detail/5AEVFGE7TF671E5NR79TO8KG> (date of access: 20.11.2023).
12. *IX Mezhdunarodnyy forum tekhnologicheskogo razvitiya «TEKhNOPROM 2023»* [IX International Forum of Technological Development «TECHNOPROM 2023»]. Available at: <https://forumtehnoprom.rf> (date of access: 20.11.2023).