

**Ключевые результаты, полученные научной школой
«Фундаментальные и прикладные исследования в области цифровых квантовых
технологий, фотоники и микроэлектроники» за отчётный период**

1. В рамках единой математической модели предложена новая формулировка квантовой механики – квантовой механики высших кинематических величин. В отличие от хорошо известных формулировок квантовой механики, в новой формулировке волновая функция зависит не только от координаты или импульса, но и от ускорения и ускорений высших порядков. Представление волновой функции через высшие кинематические величины дает возможность рассматривать диссипативные системы и системы переменной энтропией в рамках единого математического аппарата. Новая формулировка построена не феноменологически, а из первых принципов и в частном случае содержит формулировку квантовой механики д’Бройля – Бома (теория «волны-пилота»). Новая формулировка основана на цепочке уравнений Власова. Такой подход естественным образом связывает классические и квантовые системы.
2. Рассмотрено первое уравнение из цепочки уравнений Власова, которое в стационарном случае переходит в одно из уравнений Максвелла, входящего в постановку нелинейной задачи магнитостатики. В этом случае функция плотности распределения соответствует функции магнитной проницаемости ферромагнетика, а векторное поле скорости потока вероятностей соответствует напряженности магнитного поля. С помощью нелинейного преобразования Лежандра нелинейное уравнение в частных производных было отображено в линейное уравнение, решение которого можно построить в виде разложения в ряд в окрестности особых точек. Коэффициенты такого ряда зависят от вида функции магнитной проницаемости. Рассмотрена аппроксимация Вейсса для функции магнитной проницаемости, для которой удалось в явном виде найти коэффициенты таких рядов и исследовать их сходимость. Построенные таким образом решения, использовались в конечно-разностной схеме при численном решении нелинейной задачи магнитостатики в окрестности угловой точки ферромагнетика. С другой стороны знание асимптотики решения в окрестности особой точки позволило строить адаптивные конечно-элементные сетки при 3D численном моделировании магнитных систем. Указанные подходы были применены при моделировании и оптимизации геометрической структуры магнитного детектора SPD ускорительного комплекса NICA (ОИЯИ, Дубна). Так же был реализован параллельный алгоритм численного решения нелинейной задачи магнитостатики на массивно-параллельной архитектуре графических процессоров (GPU), ускоривший вычисления на одном GPU в 20 раз по сравнению с однопоточным вариантом на CPU.
3. С помощью нелинейного преобразования Лежандра получены точные решения уравнения Шрёдингера через точные решения первого уравнения в цепочке Власова.
4. Пересмотрены традиционные феноменологические подходы по использованию уравнения Власова для описания диссипативных систем. Диссипации в таких системах вызваны высшими производными от кинематических величин. Изначально уравнение, полученное А.А. Власовым, отличается от классического уравнения Власова, используемого в научной литературе. Классическое уравнение Власова не может быть

применено для описания диссипативных систем. Исходное уравнение Власова содержит ненулевую правую часть, полученную из первых принципов. Показано, что исходное уравнение Власова нефеноменологическим образом описывает диссипативные системы. Проведено численное моделирование модельных диссипативных систем. Численные результаты дают хорошее согласование с точными решениями исходного уравнения Власова для диссипативных систем. Таким образом, широкий спектр задач статистической физики, физики плазмы, астрофизики, физики высоких энергий, задач управляемого термоядерного синтеза может быть пересмотрен с использованием исходного уравнения Власова.

5. Построен квантовый регистр из 36 атомов рубидия.
6. Разработан и прошел тестирование адаптивный алгоритм квантовой томографии.
7. Проведены испытания опытного образца квантового шифратора Quandor.
8. Проведены испытания опытного образца квантового телефона Quantel.
9. Построение многоузловой квантовой сети на территории кампуса МГУ и линком в ОАО ИнфоТеКС.
10. Продемонстрировано усиление нелинейно-оптического сигнала в магнитном и электрическом квадрупольных резонансах одиночной наночастицы из непрямозонного полупроводника при ее возбуждении векторными пучками.
11. Показано 25-кратное усиление третьей оптической гармоники в кремниевых нанодисках в сравнении с объёмным кремнием при резонансном возбуждении магнитодипольной моды фемтосекундными лазерными импульсами.
12. Исследована генерация второй оптической гармоники в изолированном нанодиске AlGaAs. Установлено, что в них при возбуждении резонансов Ми азимутально поляризованным излучением наблюдается усиление нелинейно-оптического сигнала по сравнению с радиально поляризованным излучением.
13. Показано влияние диаметра нанодисков GaAs на интенсивность и форму спектра фотолюминесценции.
14. Изготовлены образцы составных рентгеновских трехмерных параболических полимерных микролинз с радиусом кривизны до 5 мкм методом двухфотонной лазерной литографии. Методом птихографии измерен диаметр перетяжки рентгеновского излучения с энергией 12 кЭв, который составил 600 нм, что всего в 1.5 раза больше дифракционного предела. Методом рентгенооптической микроскопии продемонстрирована возможность построения изображения составной микролинзой с разрешением до 100 нм.
15. Продемонстрирована возможность создания волноводных элементов методом двухфотонной лазерной литографии на поверхности одномерных фотонных кристаллов, которые позволяют генерировать и контролировать блоховские поверхностные электромагнитные волны.
16. В магнитофотонных метаповерхностях показано усиление интенсивностного магнитооптического эффекта до 0.5% при возбуждении уединенного магнитодипольного резонанса Ми и 20% при гибридизации магнитодипольного и электродипольного резонансов.
17. Создана установка для оптической когерентной микроскопии в оптическом пинцете для диагностики механических свойств микрообъектов.
18. Измерены спектры рассеяния на одиночных субмикронных алмазных частицах с центрами окраски (SiV и NV), определены условия возбуждения в них резонансов Ми и рассчитан фактор усиления Парселла.

19. Разработана установка для оптической сортировки наночастиц по их спектрам рассеяния Ми с помощью поверхностных электромагнитных волн.
20. Измерена корреляция броуновского движения микрочастиц в гравитационных потенциальных ловушках
21. Развита методика определения магнитных и адгезивных свойств различных микрокапсул для адресной доставки лекарств.
22. Экспериментально показана сверхбыстрая эволюция магнитооптического контраста на субпикосекундных временах в магнитоплазменных кристаллах. "
23. Промоделированы диаграммы стабильности одноатомных транзисторов на основе примесных атомов из ряда K, Au, Fe, Pb, C, Cr, N, Na, Ga, Al.
24. Разработана топология и технологические процессы для изготовления высокотемпературных одноэлектронных структур на основе различных кристаллических решеток (Si, SiC) и примесных атомов.
25. Разработаны методы внедрения примесных атомов с энергетической глубиной залегания более 100 мэВ (из ряда K, Au, Fe, Pb, C, Cr, N, Na) в решетку экспериментальных структур на основе кремния.
26. Разработаны и оптимизированы методы изготовления из кремния на изоляторе сенсоров на основе нанопроволочных структур, исследованы их характеристики.
27. Разработаны методы изготовления одноатомных структур с несколькими (от 3 до 8) управляющими электродами.
28. Теоретически и экспериментально исследованы особенности электронного транспорта в одноатомных структурах с несколькими (от 3 до 8) управляющими электродами.
29. Разработана и изготовлена специализированная измерительная электроника и программное обеспечение для измерения электрических характеристик одноатомных структур с несколькими управляющими электродами.
30. Теоретически исследована возможность реализации эффекта памяти в многоэлектродной системе на основе комплекса примесных атомов в твердотельной решетке. Отработаны алгоритмы поиска устойчивых и неустойчивых состояний в многопараметрическом пространстве исследуемой системы. Развита ранее разработанная аналитическая модель явления захвата частоты и параметрических процессов в джозефсоновских структурах.
31. Развита ранее разработанная аналитическая модель явления захвата частоты и параметрических процессов в джозефсоновских структурах.
32. Исследованы сверхпроводящие состояния в эпитаксиальных гетероструктурах на основе селенида железа и создание прототипов высокотемпературных проводов 3-го поколения на гибких диэлектрических подложках. Найдены режимы работы лазерной напылительной установки для получения пленок FeSe на подложках SrTiO₃, проведены их характеристика и сравнение с известными данными в качестве контрольной точки.
33. Исследованы пленки YBa₂Cu₃O_{7-δ} на диэлектрических нитях-подложках и плоских подложках из кристаллического и аморфного кварца SiO₂ для создания высокотемпературных сверхпроводящих проводов третьего поколения.
34. Проведен теоретический анализ процессов в системе считывания сигнала сверхпроводящего гироскопа навигационной системы СКВИД-магнитометром.
35. Исследованы сверхпроводящие состояния в эпитаксиальных гетероструктурах на основе селенида железа и создание прототипов высокотемпературных проводов 3-го

поколения на гибких диэлектрических подложках. Найдены режимы работы лазерной напылительной установки для получения пленок FeSe на подложках SrTiO₃, проведены их характеристика и сравнение с известными данными в качестве контрольной точки туннельного тока через органическую молекулу с использованием адиабатического приближения. Показано, что туннельный ток вызывает сжатие одной из квадратур колебательной моды молекулы. Показано, что степень сжатия может варьироваться при изменении величины напряжения на туннельном контакте. Полученные результаты открывают возможности для управления степенью локализации молекул в области туннельного контакта.

36. В системе коррелированная квантовая точка - резервуар исследованы особенности заполнения электронных состояний как в стационарном, так и не в стационарном случаях. Проанализировано поведение локального магнитного момента и электронных чисел заполнения при подключении коррелированной квантовой точки к резервуару для случаев включения и выключения внешнего магнитного поля. Показано, что в зависимости от положения уровня энергии в квантовой точке и величины внешнего магнитного поля существуют различные режимы динамики заполнения локализованных состояний на квантовой точке.

37. Для гибридной системы полупроводниковая квантовая яма - магнитное примесное состояние были исследованы особенности инжекции спина в квантовой яме, обусловленные спин-зависимым туннелированием между ямой и магнитным примесным состоянием. Были определены параметры системы, позволяющие осуществлять эффективную спиновую инжекцию.

38. Исследована роль интерференционных эффектов в системе связанных квантовых точек с кулоновскими корреляциями, взаимодействующими с резервуаром. Показано, что электронный транспорт и переходные процессы в исследуемой системе существенно зависят от способа подключения к резервуару.

39. Получены эффективные уравнения для матрицы плотности системы связанных квантовых точек с несколькими уровнями энергии при наличии в системе сильных кулоновских корреляций при взаимодействии с резервуаром. Полученная система уравнений позволяет учитывать корреляции локализованных электронов во всех порядках по взаимодействию, а также содержит корреляционные функции низших порядков для локализованных электронов и электронов проводимости в резервуаре.

40. Продемонстрирован и исследован новый тип магнитоплазменной структуры - магнитоплазменный квазикристалл, который демонстрирует уникальный магнитооптический отклик. Он состоит из магнитной диэлектрической пленки, покрытой тонким золотым слоем, перфорированным щелями, образующими бинарную последовательность, подобную Фибоначчи. Экваториальный магнитооптический эффект Керра характеризуется управляемыми множественными резонансами, связанными с плазмонами, что приводит к магнитооптическому отклику в широком диапазоне частот. В частности, для экспериментально исследованных образцов резонансы эффекта наблюдаются в диапазоне длин волн от 780 нм до 970 нм. Многополосный эффект Керра перспективен для многочисленных нанопотонных приложений, включая оптическое зондирование, управление светом, полностью оптический контроль намагниченности и т.д. Керровская спектроскопия также является эффективным инструментом для исследования особенностей плазменных квазикристаллов.

41. Исследованы поверхностные плазмон-поляритоны в металлодиэлектрических гетероструктурах, содержащих материалы с магнитоэлектрическими свойствами. Анализ различных возможных конфигураций показывает, что магнитоэлектрический эффект влияет на поляризацию, локализацию и дисперсию плазмонной поверхностной волны. Подробно изучен особый случай Cr_2O_3 как магнитоэлектрического диэлектрика, в котором возможно переключение между различными режимами магнитоэлектрического воздействия на плазмон-поляритоны. Плазмонные гетероструктуры с магнитоэлектрическими составляющими могут быть использованы в качестве чувствительного к поляризации и дисперсии прибора для выявления магнитоэлектрических свойств. Кроме того, эффект спин-флопа обеспечивает эффективный инструмент для управления оптическим откликом дальнего поля плазмонных структур внешним магнитным полем.

42. Проведено теоретическое моделирование и экспериментальные исследования оптического пропускания и эффекта Фарадея в магнитоплазмонных 2D структурах на основе перфорированной субволновыми отверстиями золотой пленки поверх гладкого висмут-замещенного иттриевого феррита-граната. Было показано, что в случае нормального падающего света можно увеличить угол поворота Фарадея главным образом за счет возбуждения ортогональных плазмонных колебаний.

43. Предложен эффективный метод магнитооптического исследования сверхтонких магнитных пленок, позволяющий получить сведения об их состоянии намагниченности и магнитооптических свойствах. Он основан на экваториальном магнитооптическом эффекте Керра с поверхностно-плазмонно-поляритонным эффектом. В экспериментах были проанализированы висмут-замещенные железо-гранатовые пленки толщиной менее 100 нм, покрытые плазмонной золотой решеткой. Возбуждение поверхностных плазмон-поляритонов обеспечивает резонансное усиление эффекта до 0,04 и делает его легко обнаруживаемым в эксперименте. Для пленок толщиной более 40 нм эффект незначительно зависит от толщины пленки. Дальнейшее уменьшение толщины пленки уменьшает эффект, поскольку при таких толщинах поверхностное плазмон-поляритонное поле частично проникает внутрь немагнитной подложки. Тем не менее, эффект остается измеримым даже для пленок толщиной несколько нанометров, что делает этот метод уникальным для магнитооптического исследования ультратонких пленок. В частности, предлагаемый способ показывает, что недиагональные составляющие тензора диэлектрической проницаемости магнитной пленки растут с уменьшением толщины пленки.

44. Продемонстрирован обратный эффект Фарадея, индуцированный импульсами фемтосекундного лазера в магнитной пленке внутри магнитофотонного микрорезонатора. Спектральная зависимость эффекта от длины волны лазерного импульса в запрещенной зоне магнитофотонного микрорезонатора имеет резкий пик, приводящий к значительному усилению эффекта. Это явление объясняется сильной локализацией электромагнитной энергии внутри магнитной пленки. Рассчитанное распределение ближнего поля эффективного магнитного поля указывает на его субволновую локализацию в пределах 30 нм вдоль толщины пленки. Области возбуждения могут быть сдвинуты по глубине образца, например, с помощью изменения частоты лазерных импульсов. Полученные результаты открывают путь для сверхбыстрого оптического контроля намагниченности на субволновых масштабах.

45. Рассмотрена задача об управлении спиновой динамикой. Обратный эффект Фарадея, индуцированный в магнитных пленках сверхкороткими лазерными импульсами, позволяет

возбуждать и контролировать спины на гигагерцевых и субтерагерцевых частотах. Частота оптически возбужденной прецессии намагниченности легко перестраивается внешним магнитным полем. С другой стороны, начальная фаза прецессии незначительно зависит от магнитного поля. Предложен подход для управления фазой прецессии путем изменения направления пучка накачки. В частности, рассмотрен случай, когда прецессия намагниченности возбуждается наклонно падающими импульсами накачки в магнитной диэлектрической пленке, помещенной в магнитное поле в плоскости. Теоретическое рассмотрение предсказывает, что начальная фаза должна появиться для ненулевой плоской компоненты волнового вектора накачки, ортогональной внешнему магнитному полю. Экспериментальные исследования подтверждают этот вывод и показывают, что фаза растет с ростом плоскостной компоненты волнового вектора. Показано изменение фазы на 15 градусов. Потенциально фаза может быть изменена еще более резко более чем на 90 градусов.

46. Разработана и экспериментально проверена новая численная модель для описания явления возникновения акустической радиационной силы при облучении фокусированным ультразвуковым пучком твердотельных сферических рассеивателей (кварцевых и нейлоновых в эксперименте), расположенных в жидкости. Акустическое поле создавалось в воде пьезокерамическим излучателем мегагерцевого диапазона частот. Для вычисления теоретического значения радиационной силы использовался метод углового спектра ультразвукового пучка, найденного из измеренного поперечного распределения амплитуды и фазы акустического давления. Показано, что разработанная теоретическая модель позволяет с высокой точностью рассчитать величину радиационной силы, которая находится в согласии с экспериментально определенной величиной.

47. Предложен новый подход к созданию систем ультразвуковой визуализации в критических условиях, например, при высокой температуре, в присутствии химически активных сред или повышенных уровней излучения. Подход основан на концепции «ультразвукового эндоскопа» для дистанционного контроля и визуализации интересующей области через длинную сборку твердотельных стержней. Каждый стержень служит волноводом, который передает ультразвуковой импульс от одного конца, находящегося в агрессивной среде, к другому концу, расположенному в области с контролируемыми условиями. Диаметр стержней выбирается меньшим по сравнению с длиной волны, чтобы гарантировать, что ультразвуковые импульсы, используемые для формирования изображения, распространяются как продольная мода самого низкого порядка. Она обладает меньшей дисперсией и распространяется намного быстрее, чем другие возможные моды (изгибные и крутильные движения). Создан макет системы связанных волноводов в виде 1024-канальной волноводной системы мегагерцевого диапазона из набора стержней из нержавеющей стали. Полученные изображения рассеивателей миллиметрового размера в воде демонстрируют перспективность предлагаемой системы.

48. Предложен и апробирован новый метод калибровки ультразвуковых приёмников и излучателей, основанный на комбинировании методов акустической голографии и измерения радиационной силы. Уникальной особенностью метода является возможность проведения калибровки чувствительности всего тракта с высокой точностью (по проведенным оценкам вплоть до 5%) как в режиме монохроматического излучения, так и в импульсном режиме с шириной полосы, ограниченной эффективной полосой применяемого излучателя и цепью согласования. Основой метода служат данные измерений структуры поля, получаемые из голограммы как в квазилинейном, так и в

нелинейном режиме излучения в определённой полосе частот около резонансной частоты излучения. Важно отметить, что при этом голограмма может быть измерена гидрофоном с неизвестной характеристикой чувствительности, что делает предложенный метод особенно интересным. Вторым шагом является расчёт структуры углового спектра поля с применением двумерного БПФ, которая имеет аналитическую связь с компонентами вектора радиационной силы, действующей на помещенный в поле рассеиватель или поглотитель. Аналитическая зависимость имеет сложный вид и различные разложения для случаев плоского поглотителя и сферических отражающих объектов. Полученные данные позволяют говорить о высокой эффективности разработанного алгоритма, который может лечь в основу предлагаемого метода комплексной характеристики высокоинтенсивных фокусированных источников импульсных ультразвуковых полей.

49. Рассматривались задачи о $(2+1)D$ и $(3+1)D$ пространственно-временных оптических солитонах в анизотропных неоднородных средах с квадратичной нелинейностью. Основное внимание было уделено изучению возможных режимов распространения импульсов-пучков на основной и удвоенной частотах, а также переходам между ними. В качестве модели среды рассматривался градиентный волновод с различными профилями поперечной неоднородности, например, параболическим, тангенциальным и профилем с насыщением. Численное моделирование подтвердило, что при нормальной дисперсии световые пули формируются исключительно благодаря компенсирующему действию фокусирующего волновода. Помимо этого, в рамках численного эксперимента была продемонстрирована возможность формирования двухкомпонентной оптической пули в режиме генерации второй гармоники. Аналитическое предсказано и численно подтверждено явление захвата в волновод импульсов-пучков при отсутствии волновода на одной из частот и дальнейшее распространение световой пули. $(3+1)D$ модель градиентного волновода с параболическим профилем поперечной неоднородности была использована также при решении задачи о формировании вихревых солитонов в режимах аномальной, а также нормальной дисперсии. Вычислительный эксперимент, проведенный на основе разработанного нами оригинального численного метода, продемонстрировал возможность существования стабильных вихревых солитонов в квадратично-нелинейных волноводах с нормальной дисперсией.

50. Рассмотрено распространение оптического излучения в РТ – симметричной периодической структуре (ПС) с модуляцией керровской нелинейности. Показано, что в такой структуре возможны переходы между состояниями РТ симметрии. Исследовано влияние РТ – симметричной зависимости диэлектрической проницаемости ПС на оптическую бистабильность в стационарном и нестационарном режимах.

51. Проведено обобщение теории акустооптического взаимодействия на слоистые среды, в том числе когда область акустооптического взаимодействия является поверхностью, а не объемом.

52. Рассмотрены различные варианты структурированных сред для реализации акустооптического взаимодействия. Исследованы структуры обеспечивающие возбуждение мод Фабри-Перо, волноводных мод, плазмонных либо фононных мод.

53. Создана модель оптоакустического преобразования фемтосекундного оптического импульса на массиве плазмонных наночастиц. Рассмотрен случай аперидического расположения частиц; показана возможность генерации акустического вортекса.

54. Показано, что уровень выходной мощности клистрона (мощный усилитель СВЧ) может быть повышен до 10 МВт без существенного изменения конструкции.

Обоснованность теоретических расчетов и компьютерного моделирования подтверждена результатами испытаний. Их внедрение позволит создать новое поколение мощных многолучевых клистронов, заметно превосходящие зарубежные аналоги.

55. Проведено трёхмерное моделирование электронных процессов в мощных многолучевых клистронах, вызванное необходимостью детального анализа процессов усиления с целью нахождения объективных физических причин ограничения КПД. Результаты проведенного трехмерного моделирования процессов усиления показали, что в различных каналах они проходят по-разному, распределение СВЧ поля является неравномерным, заметное влияние оказывает несимметричность устройств связи для ввода и вывода энергии, а также высшие моды колебаний в применяемых сверхразмерных резонаторах.

56. Установлено наличие трех режимов работы наноректенны.

57. Проведено моделирование процессов взаимодействия решетки наноантенн с плоской электромагнитной волной. Получены значения токов и напряжений на выходе единичной антенны и ее эффективности, а также установлено, что в рамках модельных предположений ректенна работает в квантовом режиме. В практических конструкциях ректенны необходимо объединение наноректенн для подключения к одному диоду.

58. Создана численная модель геометрического диода основанная, на теории Друде, произведен анализ и систематизация данных. Проведенное моделирование поведения носителей заряда в геометрическом диоде на основе модели Друде показало, что электроны, помещенные в различных местах внутри диода, продолжают движение до столкновения с границами или с фононами. Показано, что эффективность системы зависит от от эффективности приема излучения.

59. Разработана система тропосферной связи нового поколения со следующими ключевыми особенностями: Максимальная скорость передачи информации: 25 Мбит/с, Усовершенствованная нелинейная модуляция SR-FQPSK позволила увеличить среднюю мощность полезного сигнала передатчика при той же потребляемой мощности за счет работы в нелинейном режиме усиления (класс C), Адаптивный итерационный эквалайзер на основе нейронных сетей позволил существенно (на 5 – 10 дБ) увеличить энергетическую эффективность системы связи. Эквалайзер предназначен для работы в нестационарном многолучевом канале и обеспечивает эффективность вблизи границы Шеннона, Разработанные схемы синхронизации несущей, тактовой частоты, блоковая синхронизация, работающие при отрицательных отношениях сигнал/шум (до минус 26 дБ), обеспечивают гарантированную связь в плохих погодных условиях, Сигнал имеет постоянную огибающую, что обеспечивает преимущество в несколько дБ относительно мультитоновых и OFDM-сигналов за счет нулевого пик-фактора и высокого КПД нелинейного усилителя

60. Изготовлен опытный образец системы, проведена серия из 12 полевых испытаний, показавших максимальную скорость передачи информации 25 Мбит/с на расстоянии 200 км при выходной мощности передатчика 100 Вт.

61. Разработана универсальная широкополосная система связи, предназначенная для: Связи с БПЛА, Авиационной и полевой связи, Связи с/между роботизированными устройствами, Связи в городских условиях и гористой местности при отсутствии прямой видимости, Радиорелейной связи. Изготовлены опытные образцы, проведены полевые испытания системы, подтвердившие заявленные характеристики.

62. Разработана радиолокационная система сверхширокополосная, имеющая следующие ключевые особенности. Система основана на использовании нового в

радиолокации типа сигналов (ансамбль OFDM). Это позволило получить: Разрешение по дальности порядка 4 см (ширина полосы 12.5 ГГц), Устойчивость к помехам с полосой до 300 МГц, Возможность построения дальностного портрета, классификации объектов, Существенно большую дальность действия относительно РЛС на сверхкоротких импульсах (до нескольких сотен км, за счет большей длительности зондирующего сигнала), Динамический диапазон обеспечивает возможность одновременной работы с близкорасположенными и существенно удаленными объектами, Совместимость с цифровыми ФАР, ввиду того, что для каждой несущей OFDM задается свое распределение фаз по элементам антенны, Нулевая минимальная рабочая дальность (прием ведется во время передачи, используются независимые антенны). Изготовлен опытный образец, проведены полевые испытания системы, подтвердившие возможность локации объекта с ЭПР 0.01 м² на расстоянии до 4 км.

63. В ходе работ в рамках проекта многоядерного процессора были получены значимые результаты в реализации операций над В+ деревьями на массивно-параллельных процессорах. В частности, алгоритм PALM был портирован на многоядерный процессор для математической физики, реализованный на ПЛИС, и оптимизирован под MicroBlaze.

64. На основе использования методов цифровой высокоскоростной фотоники в оптическом и инфракрасном диапазонах излучения проведены исследования быстропротекающих процессов при реализации экстремальных состояний газоплазменных и жидких сред. Впервые исследована наносекундная и микросекундная стадии образования ударно-волновых конфигураций при реализации импульсной плоской, цилиндрической, сферической локализации сильноточных разрядов. Выявлен механизм конверсии плазмодинамического процесса в газодинамический. Получены данные по энерговыделению в среде на основе цифрового анализа изображений.

65. Разработан новый оптический метод определения рельефа поверхности на границе раздела "жидкость-газ".