

**III. РЕЗУЛЬТАТЫ,
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫЕ
В ОТЧЕТ РАН ПО РАЗДЕЛУ
«ОСНОВНЫЕ ИСЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ
НАУЧНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ РАН,
ГОТОВЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ»**

1. Комплекс методов и программ для численного моделирования магнетронно-инжекторных пушек giroприборов.

Создана методика численного исследования электронных пучков в области эмиттера, резонатора и коллектора на основе комплекса программ ANGEL-2.5DS. Программа адаптирована для эффективного расчета систем с приосевыми пучками, в том числе пушек с реверсом магнитного поля. Реализована возможность моделировать прибор, в котором электродная подсистема несоосна с магнитной (оси азимутальной симметрии подсистем пересекаются под заданным углом в заданной точке). При этом сами подсистемы остаются азимутально-симметричными, но формируемые такой системой электронные пучки и пространственный заряд оказываются несимметричными. Кроме того улучшено графическое сопровождение траекторного анализа.

Программа является полностью 64-битной; теперь она дополнительно адаптирована для работы под управлением операционных систем семейства Linux.

Разработка готова к практическому использованию для проектирования giroприборов и рекомендуется к внедрению в ИПФ РАН, ЗАО «ГИКОМ», а также других институтах и предприятиях, имеющих дело с электронной оптикой интенсивных пучков и СВЧ-электроникой. Комплекс программ разработан полностью в ИПФ РАН и не использует сторонних частей кода, поэтому может быть защищен согласно закону о защите авторских и смежных прав.

2. Устройство для зарядки модуля емкостного накопителя энергии (ЕНЭ) системы накопления и коммутации электрической энергии лазерной установки УФЛ-2М и стенд для проведения его ресурсных испытаний

С целью определения надежности работы высоковольтных зарядных устройств (ЗУ) и его составных частей в штатном режиме разработан и изготовлен стенд, основой которого является ЕНЭ с запасаемой энергией до 1 МДж и емкостью 3000 мкФ. Стенд позволяет проводить циклы заряд-разряд данного ЕНЭ с частотой до 1цикл/5 мин.

В течение февраля – ноября 2014 г. на стенде проведены ресурсные испытания опытного образца ЗУ, в процессе которых произведено 10.000 циклов заряд-разряд ЕНЭ стенда при зарядном напряжении 24 кВ. Проведенные испытания позволили определить гарантированную наработку на отказ опытного образца ЗУ, величина которой составила 5000 циклов.

По своим удельным энергетическим характеристикам (кВт/кг и кВт/м³) и надежностным показателям созданное ЗУ соответствует современному мировому уровню производства высоковольтных мощных источников электропитания.

Создание в ИПФ РАН компактного испытательного стенда на базе ЕНЭ с энергозапасом до 1 МДж позволяет проводить различные испытания узлов и компонентов, входящих в состав модуля конденсаторной батареи установки УФЛ-2М.

3. Комплекс высоковольтных источников электропитания гиротронного технологического комплекса «Пирс-Н»

Комплекс состоит из высоковольтных источников электропитания (КВИЭП) в составе высоковольтного источника постоянного напряжения 4÷17 кВ мощностью 40 кВт, высоковольтного источника постоянного напряжения 5÷25 кВ мощностью 2,5 кВт, источника питания термокатода гиротрона (ИПТ) и источника питания ионного насоса.

Комплекс предназначен для обеспечения работы технологического гиротрона КА-диапазона с выходной мощностью до 15 кВт в режимах непрерывной и импульсно-периодической генерации СВЧ-излучения.

Созданный опытный образец КВИЭП может быть использован для электропитания

гиротронов мощностью единицы – десятки кВт с рекуперацией энергии с целью повышения КПД гиротронных технологических комплексов.

4. Когерентная сейсмоакустика морского дна

Создана и экспериментально апробирована система морской сейсморазведки высокого разрешения, основанная на использовании когерентных гидроакустических излучателей, обеспечивающих высокую воспроизводимость и управление спектральным составом зондирующих сигналов в широкой полосе частот. Показано, что данная система позволяет реализовать сейсмоакустическое зондирование морского дна на глубинах до ~1000 метров с использованием относительно маломощных (на уровне излучаемой мощности ~100 Вт) и высокочастотных (в диапазоне сотен герц) частотно-модулированных сигналов, удовлетворяющих требованиям экологической безопасности морской сейсморазведки. Существенное (на ~30 дБ) повышение помехоустойчивости приема и высокая (до ~10 м) разрешающая способность зондирования структуры донных пород достигнуты в результате совместного применения ряда процедур когерентной обработки отраженных от донных слоев сигналов, включая согласованную фильтрацию (корреляционную свертку) отдельных импульсов, когерентное траекторное накопление серии импульсов в пределах горизонтально-однородных слоев и адаптивное траекторное накопление с учетом наклонов отдельных слоев, позволяющее увеличить эффективную длину импульсной последовательности.

Данная система представляет собой альтернативу используемым в настоящее время технологиям морской сейсморазведки, основанным на использовании мощных импульсных источников ударного типа (пневмопушек, спаркеров, бумеров и т.п.) и оказывающих существенное негативное акустическое воздействие на морских млекопитающих.

5. Гидрофон устойчивый к вибрационной помехе

Разработан гидрофон устойчивый к вибрационной помехе. За счет конструктивных особенностей, дополнительных чувствительных элементов и вибрационных калибровок балансировка выходного сигнала обеспечивает понижение чувствительности к вибрациям на величину до 20 дБ в диапазоне до 1 кГц по трем степеням свободы. Выход акустического давления датчика унифицирован, при этом с помощью встроенного микропроцессора могут быть реализованы режимы векторного приемника и измерителя ускорений. Изделие не требует дополнительных мер по виброизоляции при использовании на кабельных антенных, буях и вибрирующих конструкциях. Достигнутые показатели подавления вибрационной чувствительности превосходят соответствующие характеристики известных импортных и отечественных изделий.

6. Стационарная излучающая система для освещения подводной обстановки

Сформирована концепция и создан макет акустической системы для измерения параметров поверхностного волнения и получены формулы для доплеровского спектра отраженного акустического сигнала в приближении метода Кирхгофа с учетом применения в приборе разных диаграмм направленности для приемной и излучающей антенн. Разработаны алгоритмы измерения всех статистических моментов поверхностного волнения второго порядка акустическим волнографом. Работоспособность алгоритмов были проверена на тестовых массивах, сформированных с помощью численного моделирования.

7. Высокоэффективный дисковый лазер на композитном элементе Yb:YAG/YAG

Разработан квантрон на композитном элементе Yb:YAG/YAG, изготовленном при помощи метода термодиффузионной сварки кристаллов граната, позволяющего создавать композитные элементы высокой механической прочности без рассеяния излучения на контактах. За счет ослабления влияния усиленного спонтанного излучения и нелинейного тепловыделения при непрерывной накачке достигнута запасенная энергия 400 мДж и усиление по слабому сигналу 1,25. На основе квантрона создан высокоэффективный дисковый лазер мощностью 300 Вт и КПД 30%.

8. Мощные изоляторы Фарадея на магнитоактивной керамике

Разработаны различные виды изоляторов Фарадея из керамик тербий-галлиевого граната и тербий-алюминиевого граната. Устройства обеспечивают степень изоляции 30 дБ при киловаттном уровне мощности лазерного излучения.