

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

1. Квазиоптические резонансные мультиплексеры для быстрого частотного сканирования волновых пучков

Разработаны квазиоптические резонансные мультиплексеры для быстрого частотного сканирования волновых пучков, используемых для нагрева и стабилизации плазмы в действующих установках управляемого термоядерного синтеза.

2. Синхронизаторы для спектроскопии сверхвысокого разрешения

Разработана серия синхронизаторов, обеспечивающих широкий диапазон перестройки миллиметровых и субмиллиметровых синтезаторов (десятки ГГц) и одновременно, за счет высокой частоты сравнения (до 900 МГц), позволяющих осуществлять быстрое сканирование частоты в пределах сотен МГц за время в десятки микросекунд с сохранением непрерывности фазы.

3. Газоразрядный визуализатор СВЧ излучения

Создан газоразрядный визуализатор СВЧ излучения, в котором для определения пространственного распределения интенсивности миллиметровых волн используется оптический континуум, излучаемый слоем плазмы положительного столба Cs-Xe разряда.

В восьмимиллиметровом диапазоне длин волн была продемонстрирована пороговая чувствительность данного метода по энергии порядка 10^{-5} Дж/см², пороговая чувствительность по интенсивности – порядка 10 мВт/см²; в двухмиллиметровом диапазоне достигнута пороговая чувствительность по энергии около $5 \cdot 10^{-4}$ Дж/см² и пороговая чувствительность по интенсивности СВЧ излучения около 300 мВт/см². Динамический диапазон данного метода в настоящее время равен примерно 10 дБ. Его пространственное разрешение равно 2 – 3 миллиметрам. Были проведены успешные демонстрационные эксперименты по определению пространственного распределения интенсивности миллиметрового излучения на выходе рупорных антенн различного типа, а также в квазиоптических пучках. Данный метод визуализации был также применен для определения зависимости мощности СВЧ излучения от частоты. Прибор не имеет аналогов в мире.

4. Модуляторы-калибраторы

Совместно с ОАО «НИИПП» разработаны быстродействующие электрически управляемые модуляторы-калибраторы для радиометров 3- и 8-миллиметрового диапазонов, позволяющие производить сравнение эффективной температуры поступившего на выход антенны принимаемого излучения с эффективной температурой излучения самого модулятора в положении «закрыто» без отключения от антенны и без изменения направления зондирования.

В основу модулятора-калибратора положены зависимости коэффициента передачи волновода, закороченного цепочками диодов с барьером Шоттки (ДБШ), и эффективной температуры излучения ДБШ от тока смещения.

Параметры модуляторов-калибраторов:

1. потери в положении “открыто” ≈ 1 дБ;
2. регулируемый уровень запираия до 20–25 дБ;
3. регулируемый уровень эффективных температур излучения 160–500 К;
4. быстродействие ≈ 100 мкс.

Благодаря модуляторам-калибраторам появилась возможность непрерывного наблюдения источника излучения без использования для калибровки радиометра двух «эталонных» источников (в частности, от широко распространенных в миллиметровой радиометрии

охлаждаемых кипящим азотом согласованных нагрузок), что особенно существенно при работе в экспедиционных условиях. Аналоги неизвестны.

5. Стабилизированный высоковольтный источник электропитания.

Создан стабилизированный высоковольтный источник электропитания гиротрона ВИЭП-60И. Источник обеспечивает генерацию гиротроном СВЧ-излучения мощностью до 15 кВт как в непрерывном режиме, так и в импульсно-периодическом режиме с частотой от 0,1 до 1000 Гц при скважности импульсов 2–10. Величина выходного (ускоряющего) напряжения регулируется в диапазоне 5÷25 кВ при максимальном токе нагрузки 2,4 А. Коэффициент пульсаций выходного напряжения в рабочем диапазоне 20÷25 кВ не превышает 0,2 %.

Отработанная конструкция и технология изготовления позволяют создавать высоковольтные источники электропитания мощностью в десятки и сотни кВт для различных типов мощных СВЧ-приборов.

6. Мощный импульсно-периодический генератор

Разработан и изготовлен импульсно-периодический генератор напряжения для питания мощных СВЧ-приборов. Генератор обеспечивает формирование с частотой до 10 Гц квазипрямоугольных импульсов напряжения амплитудой до 24 кВ с длительностью плоской части вершины около 2 мкс при амплитуде тока 5 кА.

С повышающим импульсным трансформатором данный генератор позволяет получать импульсы напряжения амплитудой до 500 кВ, что необходимо для обеспечения работы современных наиболее мощных СВЧ-приборов в импульсно-периодическом режиме.

7. Разработки в области криогенной техники, предназначенной для применения в высокочувствительных приемных системах

1. Система криостатирования азотного уровня температуры приёмных матриц большого размера с пространственно разнесенными приёмной камерой и криостатом (совместно с САО).
2. Лабораторная установка для исследования сверхпроводниковых приёмных систем ТГц диапазона длин волн на основе рефрижератора замкнутого цикла с пульсационной трубой (температурный уровень 4,5 К). (Совместно с ИРЭ).
3. Лабораторная исследовательская установка глубокого холода (0,3 К) без жидких криоагентов. (Совместно с ИРЭ и ОИЯИ).

8. Библиотека MathGL для создания математической и научной графики

Разработана библиотека MathGL для создания математической и научной графики. Библиотека позволяет строить широкий спектр графики (на данный момент содержится более 40 основных типов графиков) в оконном варианте и в консольном режиме с непосредственным сохранением в растровый (PNG, JPEG, TIFF) или в векторный (EPS, SVG) файл. Библиотека позволяет быстро обработать и отобразить большие массивы данных (вплоть до трехмерных, т.е. зависящих от трех индексов). Есть несколько типов прозрачности, сглаженное освещение, векторные шрифты, TeX-ие команды в надписях, произвольные криволинейные координаты, интерпретируемый скриптовый язык. Библиотека MathGL кросс-платформенная (тестирована под Linux и Windows) и доступна под лицензией GPL v.2.0 на сайте <http://mathgl.sourceforge.net/> . Библиотека установлена на кластере ИПФ РАН.

9. Алгоритм получения и определения характеристик вторичного гидроакустического поля упругих тел с внутренними связями на основе метода конечных элементов

Разработан алгоритм получения и определения характеристик вторичного гидроакустического поля упругих тел с внутренними связями на основе метода конечных элементов. Построенная численная схема на основе модели сложного инженерного объекта, позволяет восстановить ближнее рассеянное поле, изучить его структуру и вычислить характеристики, определяющие силу цели. Проанализированы возможности влияния на диаграмму направленности и величину вторичного поля характеристик оболочки объекта и внутренних конструкций при акустическом проектировании. Выполнено сравнение численных результатов с физическими экспериментами

10. Алгоритм восстановления статистических характеристик ветрового волнения

Разработаны новые алгоритмы восстановления статистических характеристик ветрового волнения (дисперсии наклонов волн, дисперсии орбитальных скоростей, средней фазовой скорости волнения, средней длины волны, высоты значительного волнения и генерального направления распространения волн) с помощью бортового доплеровского радиолокатора СВЧ-диапазона с ножевой диаграммой направленности антенны, осуществляющего зондирование водной поверхности при малых углах падения (в надир). Обработка данных натурных экспериментов подтвердила работоспособность предложенных алгоритмов.

11. Адаптивный метод наблюдения морского дна через взволнованную морскую поверхность

Разработаны физические основы адаптивного метода наблюдения морского дна и подводных объектов через взволнованную морскую поверхность, позволяющего уменьшить рефракционные искажения изображения, обусловленные преломлением света на границе раздела вода-воздух. Метод основан на одномоментной регистрации изображения дна (в сине-зеленой части спектра) и изображения волн на морской поверхности (в красной части спектра) и последующем устранении рефракционных искажений с помощью информации о рельефе морской поверхности, содержащейся непосредственно в ее изображении. Разработаны и апробированы алгоритмы коррекции искаженных волнением изображений, их эффективность подтверждена лабораторными экспериментами.