



Сверхпроводниковый интегральный спектрометр для неинвазивной медицинской диагностики



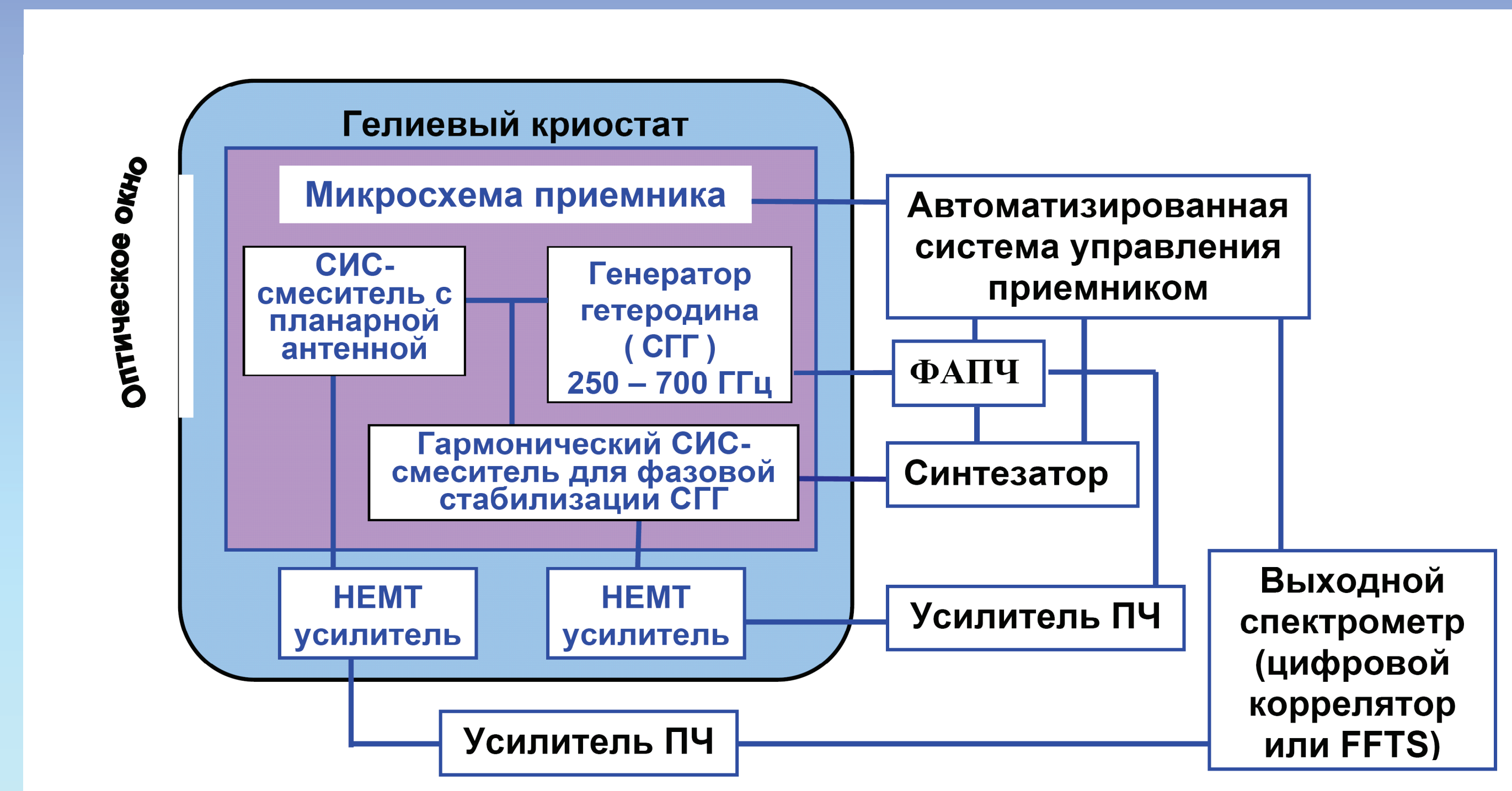
В.П. Кошелец, О.С. Киселев, Н.В. Кинев, М.Ю. Торгашин, А.В. Худченко,
В.Л. Вакс, С.И. Приползин

№ 10-48

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН;
Институт физики микроструктур РАН

Краткий обзор

- Разработана и реализована концепция сверхпроводникового интегрального спектрометра (СИСП) субмм диапазона длин волн для мониторинга атмосферы и медицинской диагностики;
- Создан и испытан опытный образец СИСП (диапазон частот **500–650 ГГц**, шумовая температура **120 К**, частотное разрешение – лучше **1 МГц**)
- Продемонстрирована возможность использования интегрального спектрометра для неинвазивной медицинской диагностики. Первые измерения показали не только высокую селективность и быстроту анализа, но и значительную чувствительность. Так, например, удалось определить концентрацию молекул аммиака с чувствительностью порядка 10^{-9} (1 ppb)

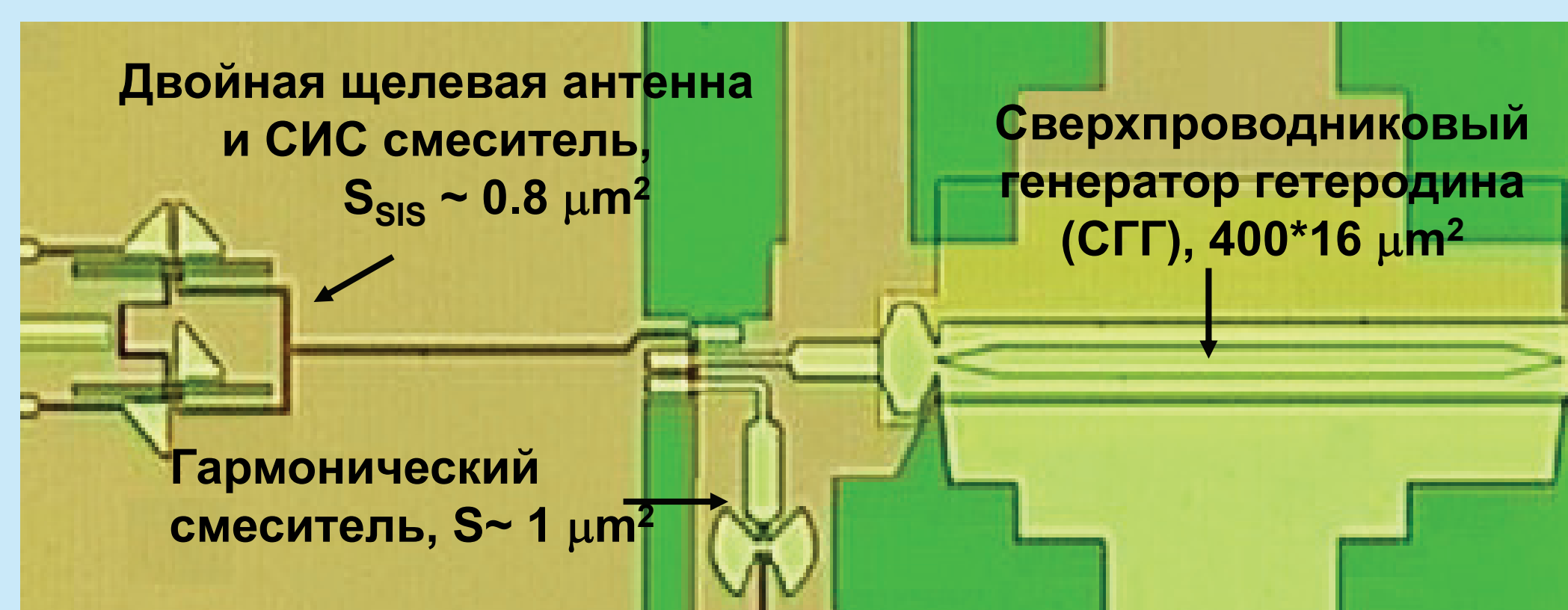


Основные достоинства

- Низкий (квантовый) уровень собственных шумов спектрометра
- Возможность детектирования сверхмалых концентраций веществ-маркеров
- Диагностика заболеваний на ранних стадиях
- Широкая рабочая полоса – регистрация большого числа соединений-маркеров
- Малое энергопотребление
- Простота обращения и обслуживания
- Низкая, по сравнению с аналогами, стоимость

Микросхема интегрального спектрометра

Технология: наноструктура Nb–AlOx–Nb или Nb–AlN–NbN на кремниевой подложке.



Фрагмент фотографии центральной части микросхемы: СГГ, щелевая антенна, двойной СИС смеситель для приема сигнала, гармонический смеситель для системы ФАПЧ

Основные параметры спектрометра (в скобках значения, определяемые цифровым коррелятором)

Входной диапазон частот	500 – 650 ГГц
Минимальная шумовая температура	120 К
Диапазон промежуточных частот	4-8 (5-7) ГГц
Шаг гетеродина по частоте	< 300 МГц
Спектральное разрешение	< 1 (2) МГц
Выделяемая мощность	< 30 мВт
Рабочая температура	< 4.5 К

Криогенный модуль спектрометра

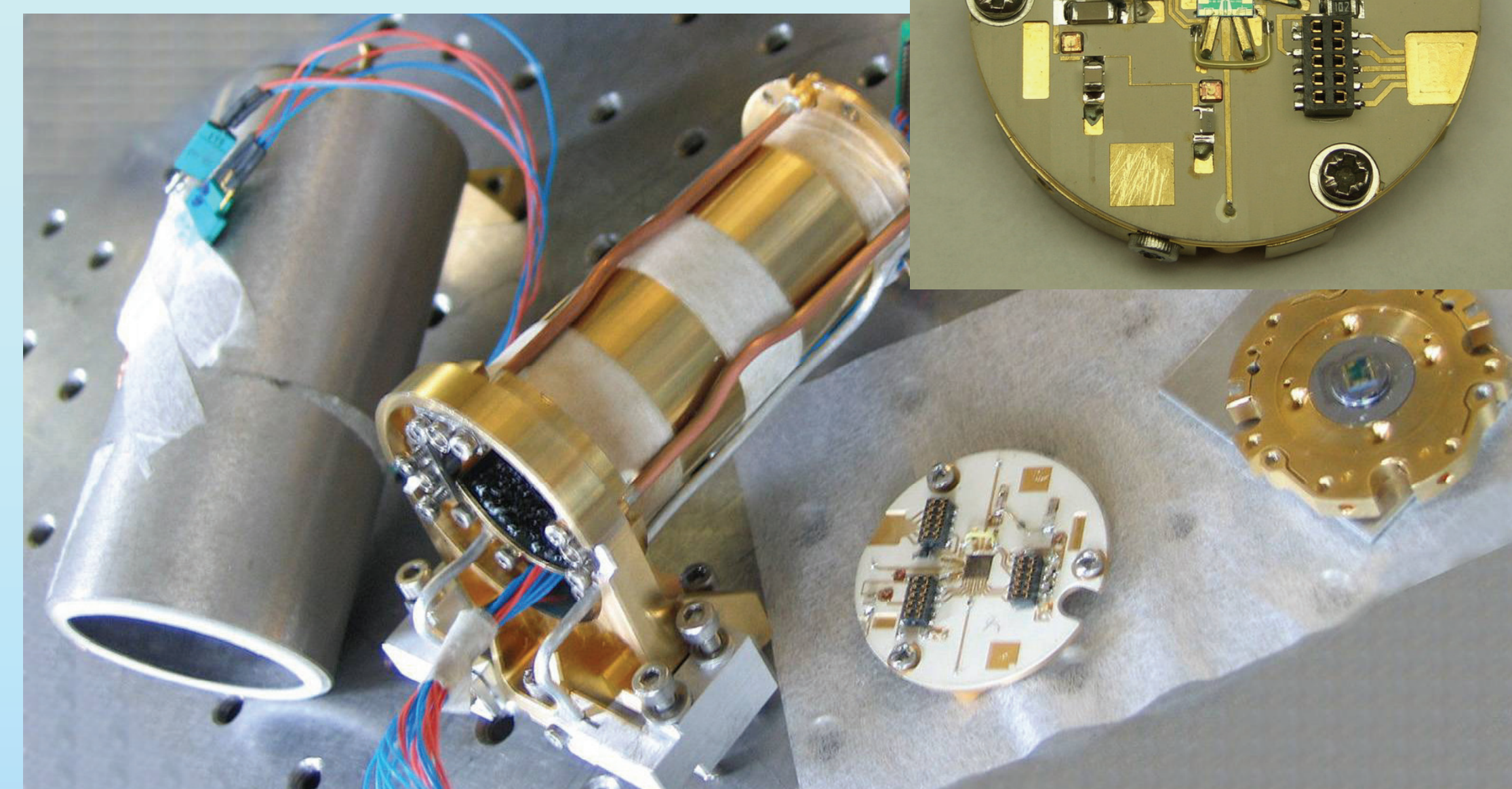
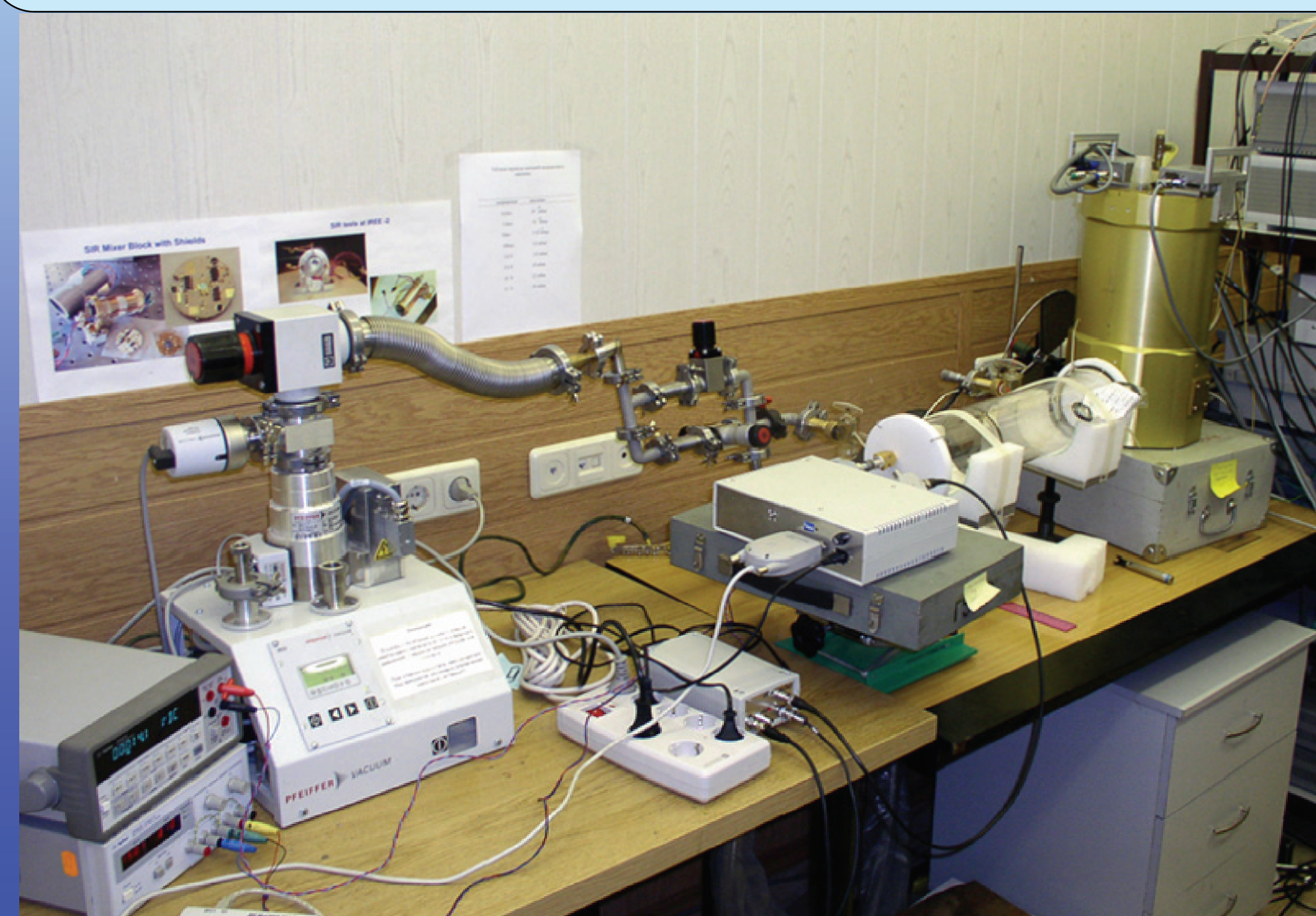


Фото лабораторной установки для спектрального анализа выдыхаемого воздуха



Диагностические применения

- Диагностика различных заболеваний на основе анализа выдыхаемого воздуха, таких как **хронический гастрит, пептическая язва желудка, легочные и онкологические заболевания**. Контроль эффективности лечения; скрининговая диагностика **диабета** и **эпилепсии**
- Неинвазивная экспресс-диагностика жизнеспособности паренхиматозных органов при критических состояниях методом анализа кустодиола в газовой фазе

Запись линии поглощения NH₃ на частоте 572 ГГц в образце выдыхаемого воздуха

