

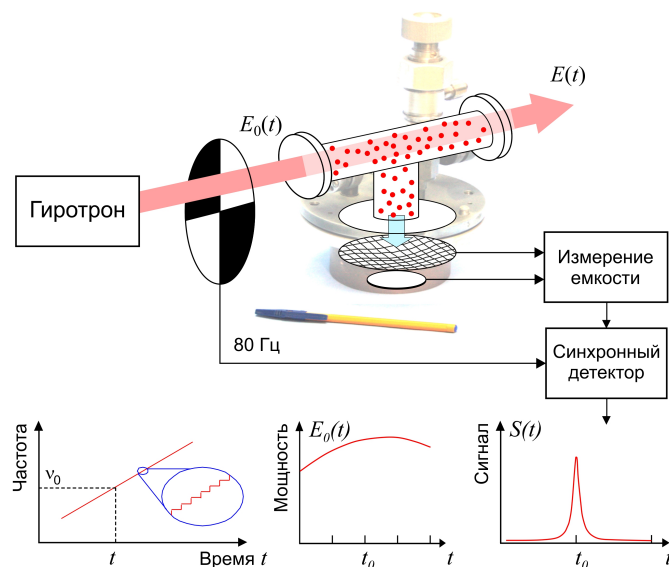
## НОВОСТИ НАУКИ НА ПОРТАЛЕ «НАУЧНАЯ РОССИЯ»

11 марта 2021 г., 12:11 0 комментариев (/news/sverhvysochuchuvstivelnaya-molekulyarnaya-spektroskopiya-v-subteragertsovom-diapazone-stala-realnostyu#read-comments) 564 пресс-служба ИПФ РАН Разместила Наталья Сафронова

# Сверхвысокочувствительная молекулярная спектроскопия в субтерагерцовом диапазоне стала реальностью

В Институте прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН) создан субтерагерцовый молекулярный спектрометр с рекордной для этого диапазона частот чувствительностью (способностью обнаруживать крайне малое поглощение)  $1,3 \cdot 10^{-11} \text{ см}^{-1}$ . Спектрометр объединил в себе две уникальные технологии, созданные в ИПФ РАН: гиротрон - источник мощного излучения - и радиоакустический детектор молекулярного поглощения.

### Радио- акустический спектрометр



$$S(t) \sim S(\nu) \sim \Delta E = E_0 - E = E_0(1 - \exp(-\alpha(\nu)L)) \approx E_0\alpha(\nu)L$$

(/data/shared/11\_NATA/mart/11/11\_figure.jpg)

модификация гиротрона, в которой впервые в мировой практике удалось реализовать возможность плавной и контролируемой перестройки частоты излучения в режиме автоматической стабилизации по фазе высокостабильного радиосигнала. При этом ширина линии излучения гиротрона составляет всего 1 герц.

Совмещение уникальных возможностей двух разработок - гиротрона и радиоакустического приемника, объединенных в один спектрометр, - позволило повторяемым образом и без потери качества получать многократные записи спектральных линий газов в течение нескольких часов. Демонстрация работы нового спектрометра была осуществлена на примере спектроскопии метана. Молекулы метана в силу симметрии структуры не должны взаимодействовать с излучением, но из-за их вращения и возникающего при этом центробежного искажения симметрия структуры нарушается и возникает поглощение, которое ранее обнаружить не удавалось. Новый спектрометр обнаружил проявление этого эффекта с рекордной для субтерагерцового диапазона чувствительностью уже при мощности излучения примерно 15 Вт, что составляет всего одну шестидесятую часть полной его мощности.

При исследовании спектров других молекул было обнаружено, что гиротрон излучает не только основную частоту (вблизи 263 ГГц), но и её гармоники (т.е. излучение на кратных частотах) вплоть до четвертой (выше 1 ТГц!), что существенно расширяет возможности гиротрона в качестве спектроскопического источника в перспективном для приложений субтерагерцовом диапазоне частот.

Исследования поддержаны грантом Российского научного фонда.

Авторский коллектив:

М.А. Кошелев, Г.Ю. Голубятников, М.Ю. Третьяков (Отдел микроволновой спектроскопии ИПФ РАН [https://mw1.ipfran.ru](https://mw1.ipfran.ru/) (/redirect/f16a1f13a9345478a6dc664e29f506d7c5bce4716dcb96e9347093dd7350273a/https://mw1.ipfran.ru/)),

А.И. Цветков, А.П. Фокин, М.Ю. Глявин (Отдел электронных приборов ИПФ РАН <https://ipfran.ru/institute/structure/421618> (/redirect/515ea5e01ac1d4de03e8c589dd0659338b2a085ccd65c5f887d40e20dcc44688/https://ipfran.ru/institute/structure/421618) )

G.Yu. Golubyatnikov, M.A. Koshelev, A.I. Tsvetkov, A.P. Fokin, M.Yu. Glyavin, M.Yu. Tretyakov. Sub-Terahertz High-Sensitivity High-Resolution Molecular Spectroscopy with a Gyrotron. IEEE Trans. on Terahertz Sci. Technol. 10(5), 502–512 (2020)

Информация и фото предоставлены пресс-службой ИПФ РАН

ИПФ РАН, гиротрон, спектроскопия, субтерагерцовый молекулярный спектрометр

Рекордная чувствительность, продемонстрированная на примере обнаружения слабых линий неполярной молекулы метана, открывает захватывающие перспективы как в области фундаментальной спектроскопии (исследование малоинтенсивных магнито-дипольных, квадрупольных и запрещенных в различных приближениях спектральных переходов), так и для ее приложений в области газоанализа (особо чистые вещества, микропримеси и т.д.).

Радиоакустический спектрометр субтерагерцового диапазона длин волн был создан в ИПФ РАН почти полвека назад и до настоящего времени является одним из лучших в мире инструментов для регистрации спектров молекул и получения на их основе новых фундаментальных знаний. Принцип работы спектрометра основан на эффекте, который заключается в формировании акустических волн при прохождении через газ излучения, интенсивность которого меняется периодически. Возникающий в газе акустический сигнал может быть зарегистрирован, например, микрофоном.

Достоинством радиоакустического метода является то, что выходной сигнал пропорционален мощности излучения, что позволяет повышать чувствительность метода за счет повышения мощности излучения. Попытка увеличить чувствительность радиоакустического спектрометра была предпринята в 70-е годы прошлого века за счет применения излучения лазера на циклотронном резонансе (МЦР). Однако отсутствие плавной перестройки частоты излучения МЦР не позволило наблюдать спектральные линии, хотя на частоте одной из линий исследуемого газа наблюдался сильный акустический сигнал, по величине которого тогда и была сделана оценка чувствительности спектрометра, которая в то время казалась фантастической.

Решить задачу создания высокочувствительной молекулярной спектроскопии высокого разрешения позволила недавно разработанная в ИПФ РАН новая