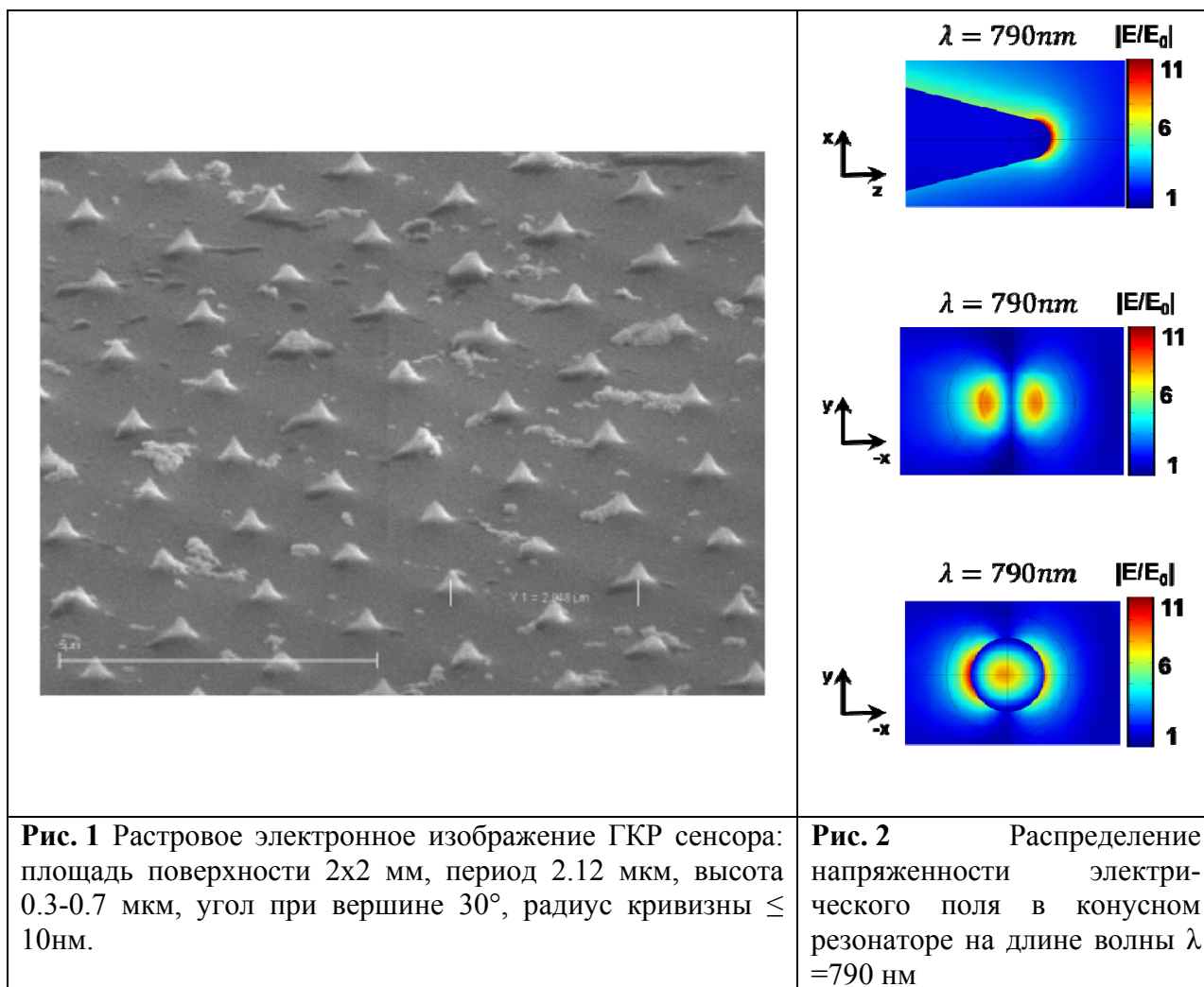


№4 Разработка сверхчувствительных биологических и химических сенсоров на основе плазмонных и диэлектрических метаматериалов

В ИТПЭ РАН разработан сенсор, состоящий из периодически расположенных остроконечных кремниевых микрорезонаторов с нанесенными на их поверхность плазмонных наночастиц золота (Рис.1). Исследуемое вещество связывается с золотыми наночастицами и детектируется методом гигантского комбинационного рассеяния (ГКР). В качестве модельного аналита использовалась 5.5 дитиобис 2-нитробензойная кислота (ДТНБ).



Проведено компьютерное моделирование локальных электромагнитных полей на поверхности кремниевых резонаторов конусообразной формы. Показано, что в изолированной конусной частице возникают гибридные резонансные моды типа «шепчущей галереи», благодаря квантованию вдоль оси конуса, а также дипольные моды (Рис.2). При взаимодействии золотых наночастиц с поверхностью кремниевых конусообразных микрочастиц возникают гибридные плазмонно-диэлектрические резонансы. При размещении золотых наночастиц в области локализации максимумов поля, усиление интенсивности локального электрического поля на резонансных частотах оценивается в сотни раз. Соответственно усиливается сигнал ГКР от конъюгата ДТНБ с наночастицами

золота. Нормированный на количество наночастиц золота сигнал ГКР усилен более чем в 120 раз по сравнению с сигналом в неструктурированной области (пленке). Разработанная метаповерхность является эффективной ГКР подложкой, которая может быть использована в целях сверхчувствительного анализа молекулярного состава веществ.

В ИТПЭ РАН разрабатывается также сенсор, представляющий из себя периодическую кремниевую структуру на поверхность которой нанесен нано-слой серебра (Рис. 3). Исследуемый био-маркер связывается с серебрянным слоем и детектируется методом ГКР.

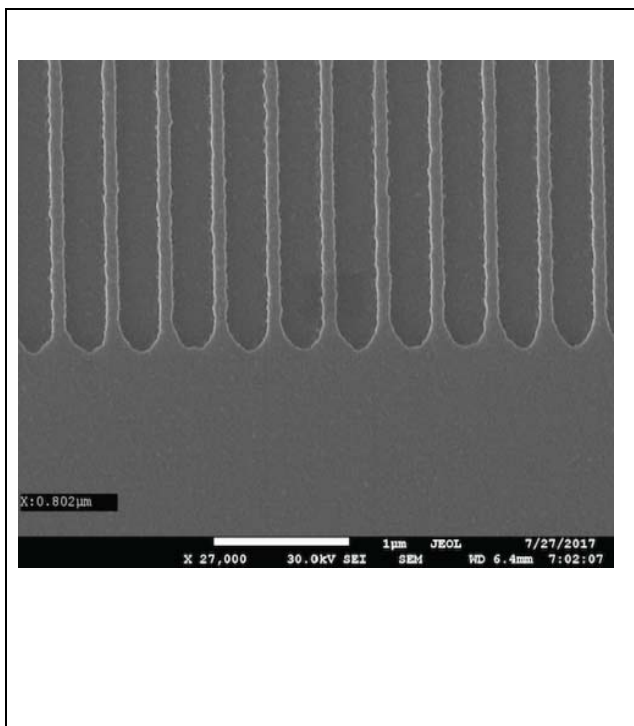


Рис. 3 Растровое электронное изображение ГКР сенсора, состоящего из гребенчатой кремниевой структуры с нанесённым нано-слоем серебра; период $L = 400$ нм, высота гребней $70 \div 90$ нм, толщина серебряного покрытия 21 нм

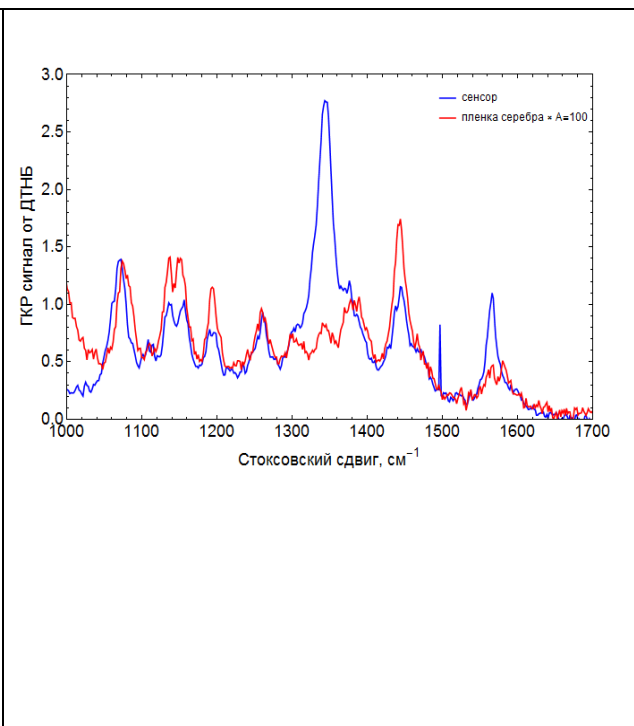


Рис. 4 Сигнал комбинационного рассеяния от сенсора (синяя линия) в сравнении с сигналом от такого-же количества молекул ДТНБ распределенных на поверхности плоской пленки серебра.

Проведено полное компьютерное моделирование взаимодействия электромагнитных волн с периодической структурой и найдено распределение локальных электромагнитных полей на поверхности кремниевых гребней-резонаторов. Показано, что возникают гибридные плазмонно-диэлектрические резонансы. Возбуждению гибридных резонансов соответствует минимум в коэффициенте отражения. Усиление интенсивности локального электрического поля на резонансных частотах приводит к усилению сигнала комбинационного рассеяния как это показано на Рис. 4. Сигнал ГКР усилен более чем в 600 раз по сравнению с сигналом от неструктурированной серебрянной пленки и это усиление удалось настроить на характерные частоты колебаний молекулы ДТНБ, которые соответствуют 1350 и 1550 см^{-1} .