

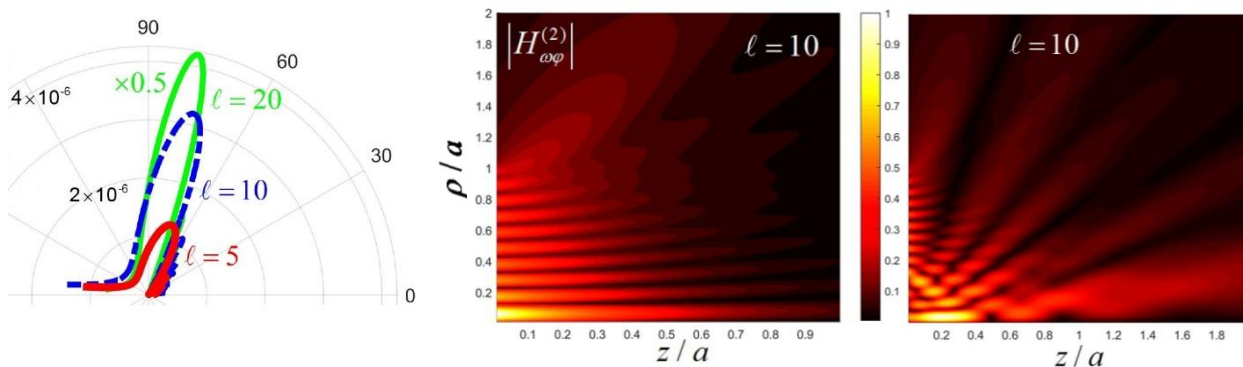
## Дифракция на открытом конце круглого волновода с заполнением

В последние годы большое внимание уделяется волноводам и резонаторам с различным диэлектрическим (или иным замедляющим) заполнением в связи с перспективами использования эффекта Вавилова-Черенкова для генерации излучения (в частности, терагерцового) пучками электронов современных ускорителей. Это направление требует развития математического аппарата для анализа дифракции электромагнитных волн на открытом конце таких волноводов. На кафедре радиофизики СПбГУ исследования в этой области проводятся на протяжении нескольких последних лет. За это время был развит строгий метод решения подобных задач в «закрытой» геометрии (когда волновод с открытым концом находится внутри регулярного волновода большего радиуса) и приближенный метод для волновода со слоистым диэлектрическим заполнением в свободном пространстве, включая случай неортогонального торца. Новый цикл работ посвящён развитию строгого метода для задач второго типа с ортогональным открытым концом.

Основная решенная задача - об излучении симметричной волноводной моды из открытого конца круглого волновода со сплошным диэлектрическим заполнением - может быть отнесена к числу канонических задач теории дифракции. Разработанный для ее решения метод далее был расширен и применен к случаю двухслойного заполнения волновода, к случаю волновода с мелкоффрированной (в масштабе длины волны) внутренней стенкой, а также к случаю возбуждения волновода точечным зарядом, равномерно движущимся по оси структуры.

Решение задач проводилось с помощью модифицированного метода сшивания, приводящего к уравнению Винера-Хопфа-Фока и затем к бесконечной системе линейных уравнений на коэффициенты отраженных волноводных мод. Данный метод, ранее разработанный для плоскопараллельных волноводов, в наших работах был обобщён на случай цилиндрической геометрии. Было исследовано поле как в ближней, так и в дальней зоне. В ряде частных случаев было проведено сравнение аналитических результатов с результатами моделирования в пакете Comsol и показано их совпадение.

Исследования выполнялись при поддержке РНФ в рамках проекта № 18-72-10137 «Излучение заряженных сгустков в диэлектрических и гофрированных волноводах с открытыми апертурами, а также в открытых диэлектрических и плазменных структурах» (руководитель проекта – С.Н. Галямин).



Диаграммы направленности излучения черенковской моды с номером  $\ell$  из открытого конца волновода радиуса  $a$  со сплошным диэлектрическим заполнением (слева). Распределение ближнего поля моды в окрестности торца волновода со сплошным заполнением (в середине) и волновода со слоем диэлектрика и вакуумным каналом радиусом  $a/3$  (справа).

Результаты опубликованы:

1. S.N. Galyamin, V.V. Vorobev, A.V. Tyukhtin. *Diffraction at the Open-Ended Dielectric-Loaded Circular Waveguide: Rigorous Approach* // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 69, no. 5, pp. 2429-2438 (2021). doi: 10.1109/TMTT.2021.3064343.
2. S.N. Galyamin, A.V. Tyukhtin, V.V. Vorobev. *Diffraction at the Open-Ended Dielectric-Loaded Circular Waveguide* // Proceedings of IPAC'21, Campinas, SP, Brazil, May 2021, pp. 2033-2035. doi:10.18429/JACoW-IPAC2021-TUPAB249.