



Терагерцовые поверхностные электромагнитные волны в графене с постоянным электрическим током

к.ф.-м.н. Денис Васильевич Фатеев

*Саратовский филиал Института радиотехники и электроники
имени В.А. Котельникова РАН, Саратов*

Поверхностные волны в двумерных структурах, основанных на квантовых ямах и графене, уже несколько десятилетий привлекают внимание ученых благодаря возможности локализации электромагнитного излучения вблизи двумерного объекта. Дисперсии поверхностных плазменных волн и поперечно-электрических волн заходят в терагерцовый (ТГц) частотный диапазон, открывая возможности для его освоения. Сильная локализация электромагнитных полей позволяет поверхностным волнам эффективно взаимодействовать с веществом, приводя к детектированию, усилению и преобразованию поляризации ТГц излучения, что активно исследуется в структурах на основе графена.

Движение носителей заряда в графене может быть описано в рамках гидродинамического подхода, который справедлив, когда частота межчастичных столкновений носителей заряда в графене является наибольшей частотой в системе. Гидродинамическое поведение носителей заряда в графене подтверждено экспериментально.

Решение гидродинамических уравнений движения электронов в графене позволило предсказать новые эффекты, возникающие при распространении поверхностных волн. Так, благодаря линейному закону дисперсии зарядов в графене, сильную роль играет пространственная дисперсия, позволяющая наблюдать проводимость графена как индуктивного типа, так и ёмкостного. Поэтому гидродинамический графен способен поддерживать как поперечно-магнитные поверхностные волны, так и поперечно-электрические. Благодаря постоянному дрейфу носителей заряда в графене развиваются гидродинамические неустойчивости в ТГц частотном диапазоне при малых скоростях дрейфа, приводящие к усилению ТГц излучения. А нелинейные свойства динамики электронов приводят к проявлению нелинейных волновых свойств в графене.

Предсказание гидродинамических эффектов ТГц электромагнитных волн открывает путь к разработке и созданию миниатюрных технологически осуществимых источников, усилителей и детекторов терагерцового излучения на основе графена.

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 22-19-00611.