

Исследование плазмон-магнонного взаимодействия в симметричной структуре графен-антиферромагнетик-графен

Козлова Валерия Дмитриевна

Студент (магистр)

Ульяновский государственный университет, Ульяновск, Россия

E-mail: kzlcozlova@yandex.ru

Плазмоника является междисциплинарной областью исследования на границе электродинамики и оптики, которая рассматривает электромагнитные явления в проводниках в оптическом диапазоне. Объектом изучения выступают поверхностные плазмон-поляритоны, образующиеся при взаимодействии колебаний электронов проводимости с электромагнитной волной на поверхности металла или полупроводника [1]. Длина волны поверхностных плазмон-поляритонов много меньше длины волны свободных электромагнитных волн той же частоты. Свойство плазмон-поляритонов локализоваться на неоднородностях границы дает возможность уменьшать плазмонные устройства до нанометрового диапазона. Поверхностные плазмоны могут быть использованы при переносе информации в современных устройствах вычислительной техники. Магноника же относится к физике магнитных явлений, исследующей линейные и нелинейные колебания намагниченности и практическое использование волн намагниченности (спиновых волн), называемых магнонами [2].

К наиболее перспективным материалам фотоники можно отнести графен и различные графен-содержащие планарные структуры. У графена и графеноподобных материалов за счет высокой внутренней подвижности носителей заряда частоты плазмонов могут опускаться до сотен гигагерц [2,3]. Антиферромагнетики при помещении их в переменное магнитное поле демонстрируют антиферромагнитный резонанс, который аналогичен ферромагнитному. Антиферромагнетики имеют характерные частоты резонанса от нескольких сотен гигагерц до нескольких терагерц. Терагерцовые частоты позволяют антиферромагнитным магнонам взаимодействовать с электромагнитным полем. Одним из примеров такого взаимодействия является существование поверхностного магнон-поляритона. Поверхностный магнон-поляритон является полным магнитным аналогом поверхностного плазмон-поляритона – вместо отрицательной диэлектрической проницаемости здесь используется отрицательная магнитная проницаемость [2].

В настоящей работе рассмотрена симметричная структура, состоящая из антиферромагнитной пленки в окружении графеновых слоев. Получено дисперсионное соотношение такой структуры, где учет присутствия графена выполнен как граничное условие. Целью работы является исследование плазмон-магнонного взаимодействия в рассматриваемой структуре. В докладе будет представлен анализ дисперсионного соотношения и спектры отражательной и пропускной способности.

При возбуждении графена и создании в его энергетической структуре инверсии он обладает свойствами усиливающей среды [3]. Активное состояние графена также можно получить при дрейфе носителей заряда в результате токовой накачки. Терагерцовый отклик графена, по которому протекает постоянный ток, для частот ниже частоты электрон-электронных столкновений определяется его поверхностной проводимостью. При скоростях дрейфа носителей в графене, больших, чем фазовая скорость электромагнитной волны, действительная часть проводимости графена становится отрицательной и за счет эффекта Вавилова-Черенкова в ТГц диапазоне возможно достижение усиления. Сочетание графена и антиферромагнетика позволяет эффективно управлять спектром такой структуры за счет изменения химического потенциала графена.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках выполнения государственного задания (проект № FEUF-2023-0003)

Источники и литература

- 1) 1. Абрамов А.С., Евсеев Д.А., Семенцов Д.И. Поверхностные плазмон-поляритоны в тонкой пленке «графен-полупроводник-графен» // ФТТ, 2019, том 61, вып. 8, стр. 1551-1556. 2. Пикалов А.М., Дорофеев А.В, Грановский А.Б. Плазмон-магнонное взаимодействие в системе графен-антиферромагнитный диэлектрик // Письма в ЖЭТФ, 2021, том 113, вып. 8, стр. 527–532 3. Eliseeva, S.V., Itrin, P.A., Sementsov, D.I. The Amplification and Polarization Control of Transmitted Radiation by a Graphene-Containing Photonic Cell // Photonics 2023, 10, 1318.