

Д.С. Энговатов, студент; В.В. Паслѐн, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: dm-en@yandex.ua

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ПЛАЗМЕ

Исследования в области взаимодействия электромагнитных волн с плазменной средой являются актуальными для сфер радиофизики и электроники. Антенны, основанные на плазме, обладают свойствами и особенностями, которые перспективны для многих отраслей радиотехники.

Плазма с точки зрения электромагнитных свойств неоднородная, нелинейная и дисперсионная среда. Магнитная и диэлектрическая проницаемость и проводимость в плазме могут варьироваться в зависимости от частоты и других параметров. Следует различать понятие частоты плазмы и рабочей частоты плазменной антенны. Частота плазмы – это частота продольных колебаний продольного заряда в плазме, а рабочая частота плазменной антенны такая же, как и рабочая частота металлической антенны.

Частота плазмы зависит от массы ионов и электронов, и от плотности плазмы. Чем выше плотность плазмы, тем выше ее частота. Когда электромагнитная волна падает на объем плазмы, плазма реагирует в соответствии с соотношением частоты волны и частоты плазмы. Если частота электромагнитной волны выше частоты плазмы, волна беспрепятственно проходит через плазму, в ином случае плазма отражает волну как проводящий материал.

При помощи программы электродинамического моделирования было проведено исследования прохождения электромагнитных волн различной частоты через модель плазмы с концентрацией свободных зарядов $2,472 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$. Собственная частота плазмы при этом равна приблизительно 4,467 ГГц.

Исследование проводилось получением диаграммы направленности падающей волны на область плазмы. Сначала были смоделированы падающие волны с частотами меньшими собственной частоты плазмы. Волны с частотами меньшими, чем частота плазмы отражались от модели плазмы, то есть плазма в этом случае проявляла свойства подобные металлу. Затем был смоделирован случай, когда частота падающей волны приблизительно равна частоте плазмы. Волна частично прошла через объем плазмы, однако значительная часть энергии все еще отражалась от него. Далее было смоделировано прохождение радиоволн с частотой превышающей частоту плазмы. При частоте радиоволны превышающей частоту плазмы плазма уже практически не оказывала отражающего действия. При частоте мало превышающей частоту плазмы наблюдается незначительное отражение части энергии падающей волны, а при частоте, заметно превышающей частоту плазмы, отражение уже практически отсутствовало.

Таким образом, плазма меняет свои свойства для радиоволн различной частоты. И меняя плотность плазмы, меняя ее частоту, можно управлять прохождением волн различных частот, или зная параметры плазмы, вычислить частоты необходимые для преодоления плазменного слоя.