

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Глазунова Павла Сергеевича «Распространение электромагнитных волн в плоскостойких средах с неоднородными металлическими пленками», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика.

Диссертация П.С. Глазунова посвящена явлению распространения электромагнитных волн в плоскостойких средах. В качестве подобных сред в диссертации рассматриваются последовательно расположенные слои диэлектрика с напыленными на них нанометровыми металлическими пленками.

Нанометровые слои металла обладают рядом уникальных особенностей. Например, из-за того, что существенная доля электронов проводимости рассеивается не в толще металла (на дефектах кристаллической решетки), а на его поверхностях, удельная проводимость металла пленки является локальной характеристикой, изменяющейся по толщине пленки. Такие пленки, следовательно, представляют собой плоскостойко-неоднородные материальные среды. Примерно до терагерцового диапазона длин волн этот профиль проводимости не играет существенной роли и нанометровые металлические пленки можно рассматривать как сосредоточенные элементы. Однако, начиная с ИК диапазона, появляется частотная зависимость, обусловленная наличием профиля проводимости. Это значительно усложняет исследование. В диссертации автором разработан новый метод расчета оптических коэффициентов плоскостойко-неоднородных пленок, справедливый для произвольных зависимостей проводимости по толщине, который позволяет проводить итерационные расчеты с априори задаваемой точностью.

Стоит отметить, что напыление пленок, обладающих заданными электромагнитными свойствами, актуально для множества областей. Например, сравнительно недавно было показано, что на основе нанометровых пленок серебра и золота (золото в данном случае служит диффузионным барьером) возможно создание сенсорных дисплеев, в которых не используется оксид индия олова. Известно, что при правильном подборе толщины слоя металла тонкие пленки могут играть роль абсолютно черного тела в эксперименте с двухволновым когерентным поглощением электромагнитных волн. Этот эффект может быть применен для измерения автокорреляционной функции входного сигнала (например, микроволнового реликтового излучения) с крайне высокой степенью точности. Кроме того, в настоящее время рассматривается возможность создания гибридных аналогово-цифровых микросхем, работающих на частотах до сотен гигагерц. Последнее требует детального изучения зависимостей удельной проводимости нанометровых слоев металла от их толщины и частоты.

В диссертации П.С. Глазуновым был получен ряд новых интересных результатов. Был предложен метод приближенного итерационного расчета матрицы рассеяния произвольной плоскостойко-неоднородной среды. Было показано, что эта матрица может быть разложена в степенной ряд по частоте электромагнитного излучения. При этом коэффициенты данного ряда не зависят от частоты электромагнитного излучения, в том случае, когда дисперсионной зависимостью проводимости металла можно пренебречь. В диссертации при помощи вышеописанного подхода был открыт эффект антибликовости

тонких пленок, предложен новый способ бесконтактного измерения проводимости тонких пленок, исследованы схемы реализации широкополосного 50%-ого поглотителя и 100%-ого узкополосного поглотителя на основе одного слоя диэлектрика с пленками, напыленными на него с двух сторон. В последней, пятой, главе диссертации автор рассматривает нелинейные эффекты, которые могут возникать в плоскостойких средах при наличии в них диссипации и температурной зависимости диэлектрической проницаемости. Рассмотрение нелинейных эффектов дополняет общую картину исследования.

Автореферат представляет исчерпывающую информацию о диссертации и полученных результатах, дает полное представление о проделанной автором научной работе. Новизна полученных результатов, а также научная и практическая значимость не вызывает сомнений.

Автореферат диссертации П.С. Глазунова содержит все необходимые элементы и соответствует критериям, определенным пп. 2.1–2.5 «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова» и оформлен согласно приложениям № 8 и 9 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова», а Глазунов Павел Сергеевич несомненно заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. «Радиофизика».

Кандидат физико-математических наук,  
(кандидатская диссертация по специальности 01.04.04 – Физическая электроника (физ.-мат. науки)), ведущий научный сотрудник Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова Российской академии наук», лаборатория №201 «Лаборатория математических методов в радиофизике и биомедицине»

\_\_\_\_\_ Вдовин Владимир Александрович

«2» октября 2024 года

125009, Москва, ул. Моховая 11, корп.7., комната 127

Телефон: +7 (495) 629-34-03

E-mail: vdv@cplire.ru

Подпись Вдовина Владимира Александровича заверяю:

Учёный секретарь ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ Чусов И.И.