

О Т З Ы В

на выпускную квалификационную работу Смолякова Максима Сергеевича
«Гауссовые пучки в криволинейных координатах (полных лучевых переменных)»,
представленную на соискание степени бакалавра по радиофизике. Работа выполнена на
кафедре радиофизики СПбГУ в 2016 г.

Исследование высокочастотных локализованных полей является одним из традиционных направлений исследований в области дифракции и распространения волн в неоднородных средах. Хорошо известна техника построения гауссовых пучков в локальных лучевых переменных и их использование в качестве парциальных волн в интегральном представлении поля произвольного вида по таким пучкам, например, поля в окрестности каустики, и др. В принципе, понятно, как строить гауссов пучок и в произвольных криволинейных ортогональных координатах.

Соискателю было предложено построить гауссов пучок в полных лучевых переменных и попытаться исследовать возникновение особенности (фокусировки) поля такого пучка в том случае, когда центральное поле лучей является особым, т.е. луч, в окрестности которого строится пучок, касается каустики (является вырожденным) или более сложной особенности лучевого поля. Строго говоря, в этом случае нарушается взаимно-однозначное соответствие в отображении, например, декартовых координат и полных лучевых переменных. Гауссов пучок получается в результате построения комплексных решений уравнения эйконала и главного уравнения переноса метода геометрической оптики.

Во вводной части работы приводятся выражения для операторов градиента и Лапласа, фигурирующих в уравнениях геометрической оптики, для произвольных ортогональных криволинейных координат (рассматривается двумерный случай). Первая глава работы носит чисто методический характер, позволяющий освоить хорошо известную технику построения гауссова пучка в локальных лучевых переменных. Строятся соответствующие коэффициенты Ламе, решения уравнений эйконала и переноса традиционно строятся в виде рядов в окрестности образующего луча локальных лучевых переменных. Производится отбор комплексного решения соответствующего уравнения Риккати с «правильной мнимой частью». Рассматриваются предельные переходы к случаю цилиндрической и плоской волны. Следует отметить, что эта техника в краткой форме излагается в курсе лекций «Геометрическая оптика в радиофизике», читаемом на кафедре радиофизики.

Во второй главе рассматриваются полные лучевые переменные. Выводятся коэффициенты Ламе для таких переменных. Решения соответствующих уравнений геометрической оптики также строятся в виде рядов по поперечной (угловой) по отношению к выбранному лучу переменной. В этих координатах соответствующее уравнение Риккати решается в замкнутой форме в самом общем случае. Рассматривается предельный переход к случаю цилиндрической волны. Даны некоторые рекомендации по возбуждению такого

гауссова пучка. Для плоско-слоистой среды выводится явное выражение для сечения лучевой трубы (коэффициента Ламе), из которого видно, при каком условии сечение лучевой трубы обращается ноль, т.е. в поле гауссова пучка появляется особенность (фокусировка). Такая фокусировка (очевидно, с конечным значением амплитуды), вероятно, может реально возникать при распространении пучка КВ диапазона в ионосферном отражательном канале. Считаю, что в результате дальнейшего детального изучении этой ситуации и получении физически разумных оценок окончательные результаты могли бы оказаться оригинальными и представить определенный научный интерес.

Нельзя не отметить, что соискатель весьма поздно приступил к работе над поставленной перед ним задачей, и поэтому работа не была выполнена до конца. Вместе с тем интенсивная работа в последнее время позволила ему сделать неплохой задел для успешного завершения работы.

На основании сказанного в целом считаю, что работа удовлетворяет требованиям к выпускным квалификационным работам бакалаврского уровня и может быть представлена к защите на соискание степени бакалавра по радиофизике.

Руководитель -

профессор Н.Н. Зернов