



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Воронежский
государственный
университет

Экспериментальное исследование распространения сверхширокополосных импульсов над проводящей поверхностью

Г. К. Усков, С.П. Скулкин

Аннотация

В работе описано экспериментальное исследование, направленное на выявление закономерностей при распространении сверхкоротких импульсов над проводящей поверхностью.

Введение

Существует достаточно большое количество работ, в которых рассматриваются простые модели распространения сверхширокополосных (СШП) сигналов, например, в свободном пространстве или атмосфере. Более сложной задачей является исследование распространения таких сигналов над поверхностью, например, земли или пола в помещении. При этом необходимо понимать, какие физические явления наблюдаются, и каким образом они влияют на параметры распространяющегося сигнала и происходит ли изменение его формы. При постановке задачи в общем случае поверхность необходимо рассматривать как полупроводящую, то есть обладающую одновременно и проводящими, и диэлектрическими свойствами, что наиболее соответствует реальным условиям. Стоит начать исследование с упрощенной постановки задачи, а именно, рассматривая поверхность как идеально проводящую. В таком случае в качестве модели распространения волны можно применять двухлучевую модель, но тогда появляется ряд вопросов, связанных с ее применимостью для СШП сигналов. Этим вопросам и посвящена данная работа.

Таким образом, целью работы являлось исследование распространения сверхширокополосного импульсного сигнала с учетом влияния идеально проводящей поверхности.

Один из наиболее частых приемов в задачах распространения СШП сигнала является представление его в виде суммы большого числа гармоник (преобразование Фурье), а дальнейшее рассмотрение процесса распространения ведется относительно каждой из этих гармоник в отдельности.

Введение

Результирующее поле в пункте наблюдения является суммой каждой из гармоник, которые претерпели изменения, связанные с прохождением того или иного пути над поверхностью (обратное преобразование Фурье). При таком подходе возникают вопросы, связанные с взаимодействием гармоник разных частотных диапазонов с этой поверхностью. В одних случаях это взаимодействие проявляется в виде отражения, в других - перераспределения энергии и/или ее проникновения под поверхность и дальнейшего ее поглощения. Все эти эффекты зависят от параметров поверхности. В случае идеально проводящей поверхности – электромагнитная волна не может проникать под нее. Вся излучаемая энергия распределяется над поверхностью в случае малых соотношений «высота антенн/длина волны», а для больших – наблюдается полное отражение падающей на поверхность волны. Помимо этих явлений необходимо учитывать возможность предельного перехода к методам физической оптики, который становится осуществимым только для гармоник спектра СШП сигнала, начиная с некоторой (довольно большой) частоты.

Таким образом, целью работы были поставлены следующие задачи: исследовать изменения формы СШП сигнала при наличии проводящей поверхности, в частности для различной геометрии задачи (варьирование высот антенн, расстояния между антеннами); обработать результат экспериментального исследования; дать физическую интерпретацию и обоснованные выводы.

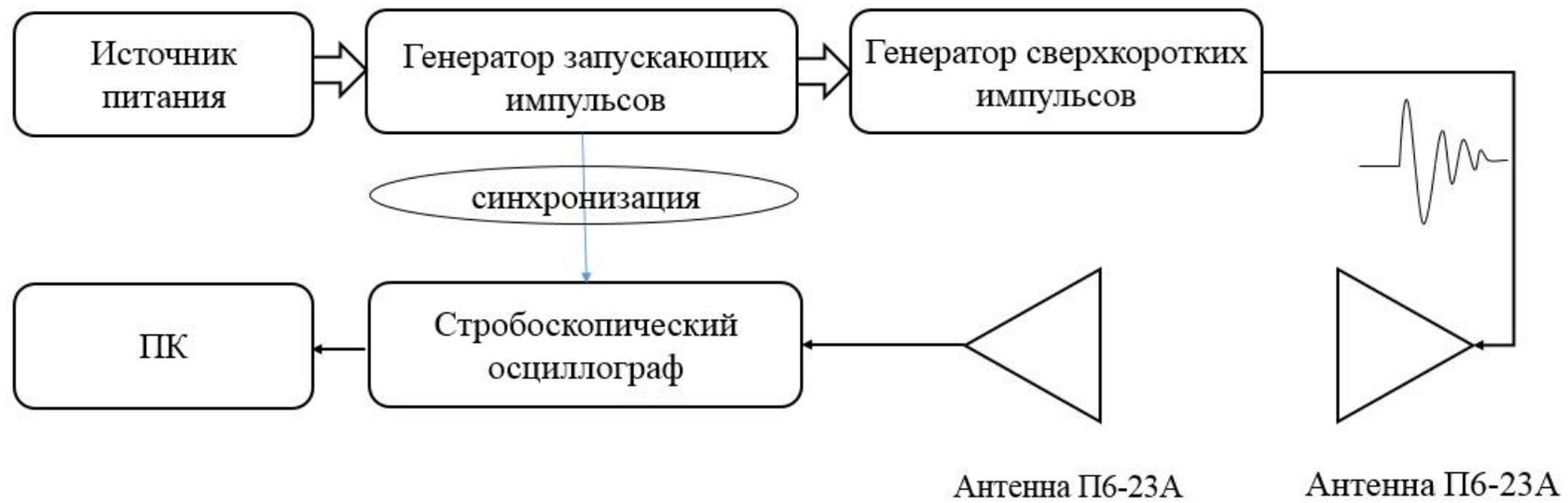


Рис.1. Блок - схема эксперимента



Рис. 2. Постановка эксперимента

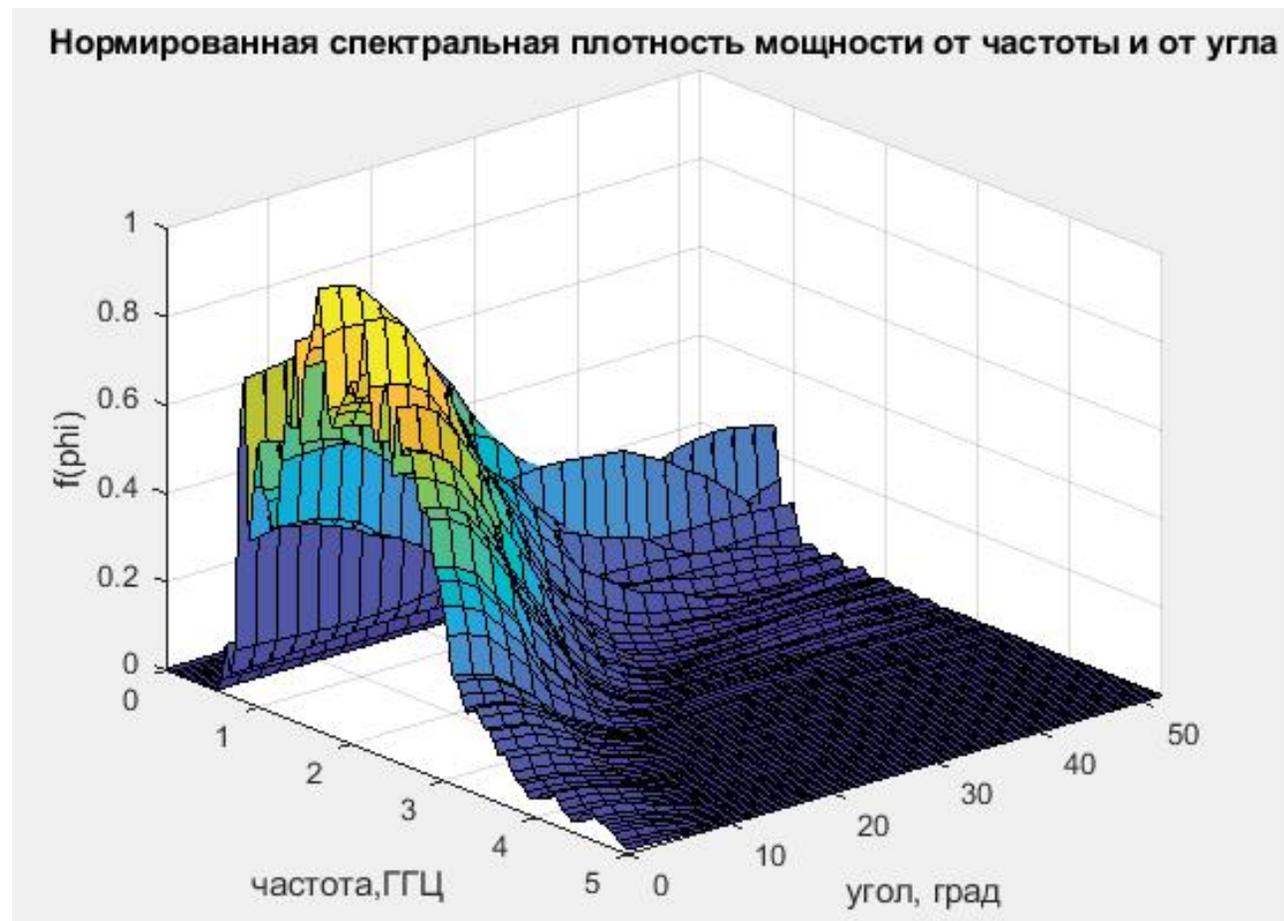


Рис. 3. График зависимости КНД от частоты и угла

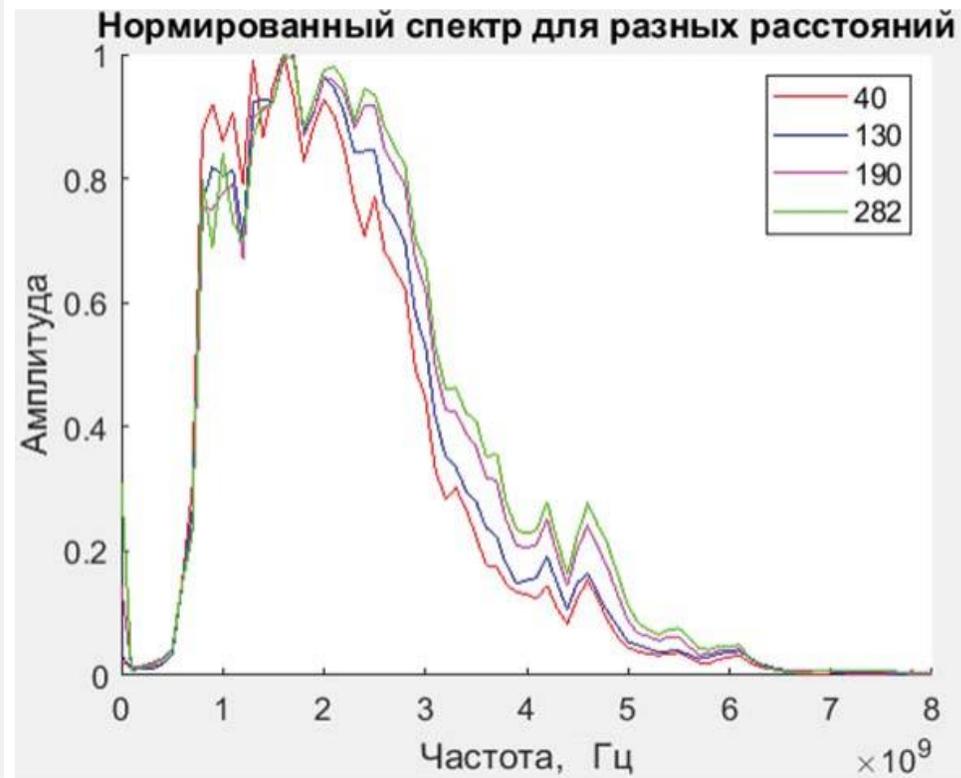
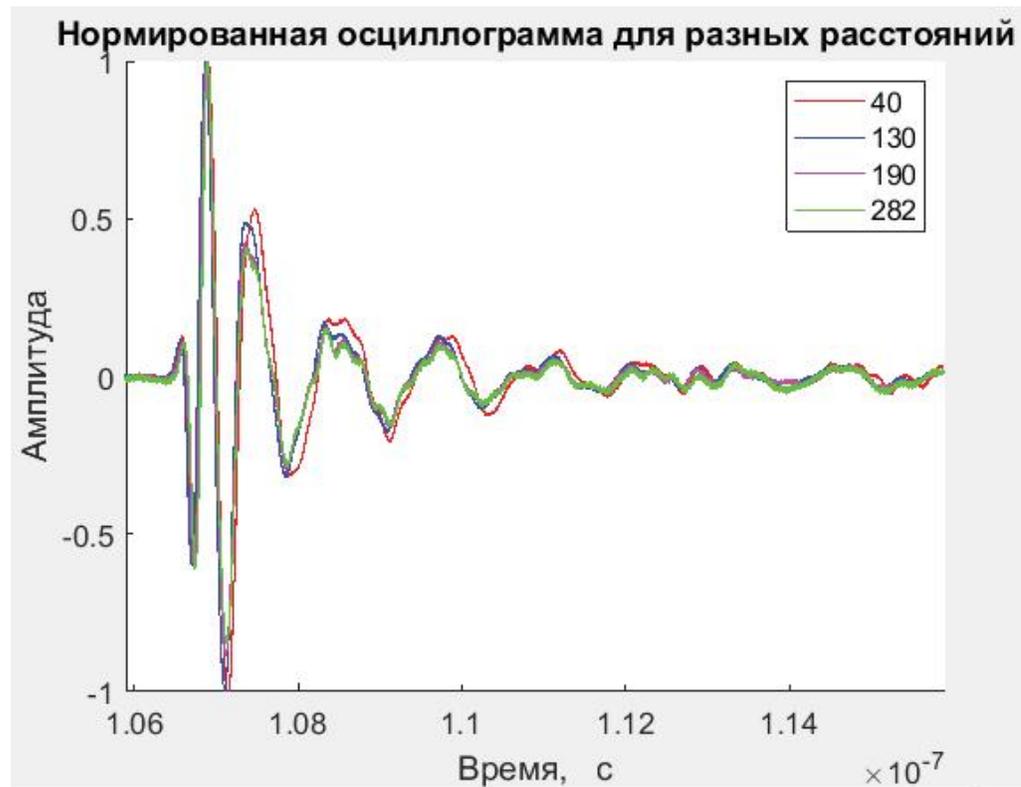
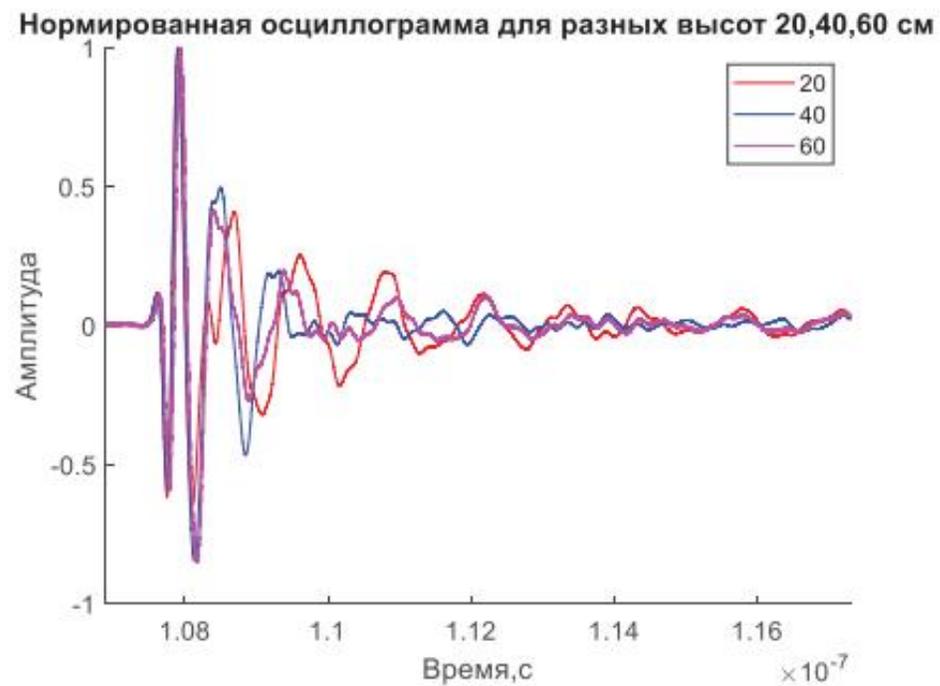


Рис.4. а) – осциллограмма импульса на приемной антенне для разных расстояний; б) – спектр импульса на приемной антенне для разных расстояний



а)

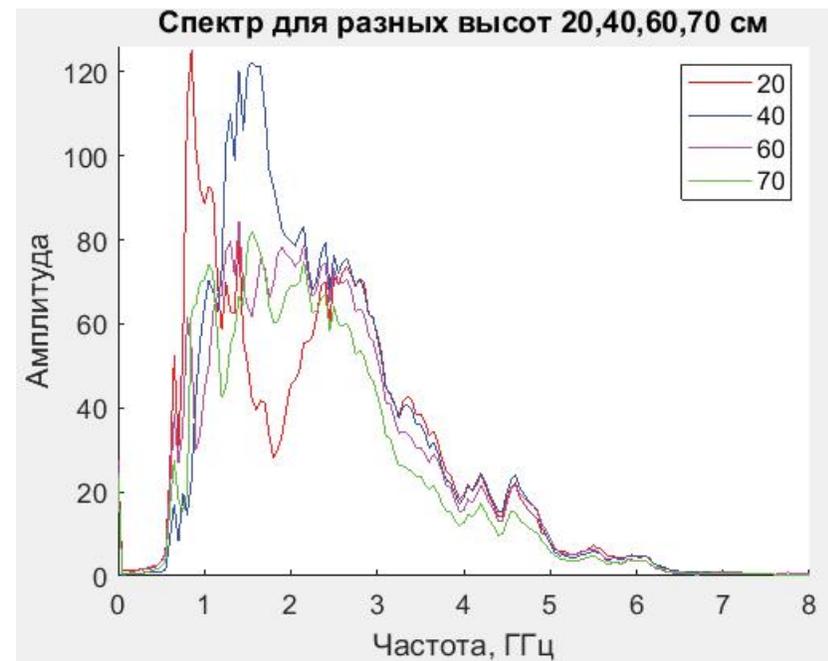


Рис.5. а) – осциллограмма импульса на приемной антенне для разных высот; б) – спектр импульса на приемной антенне для разных высот

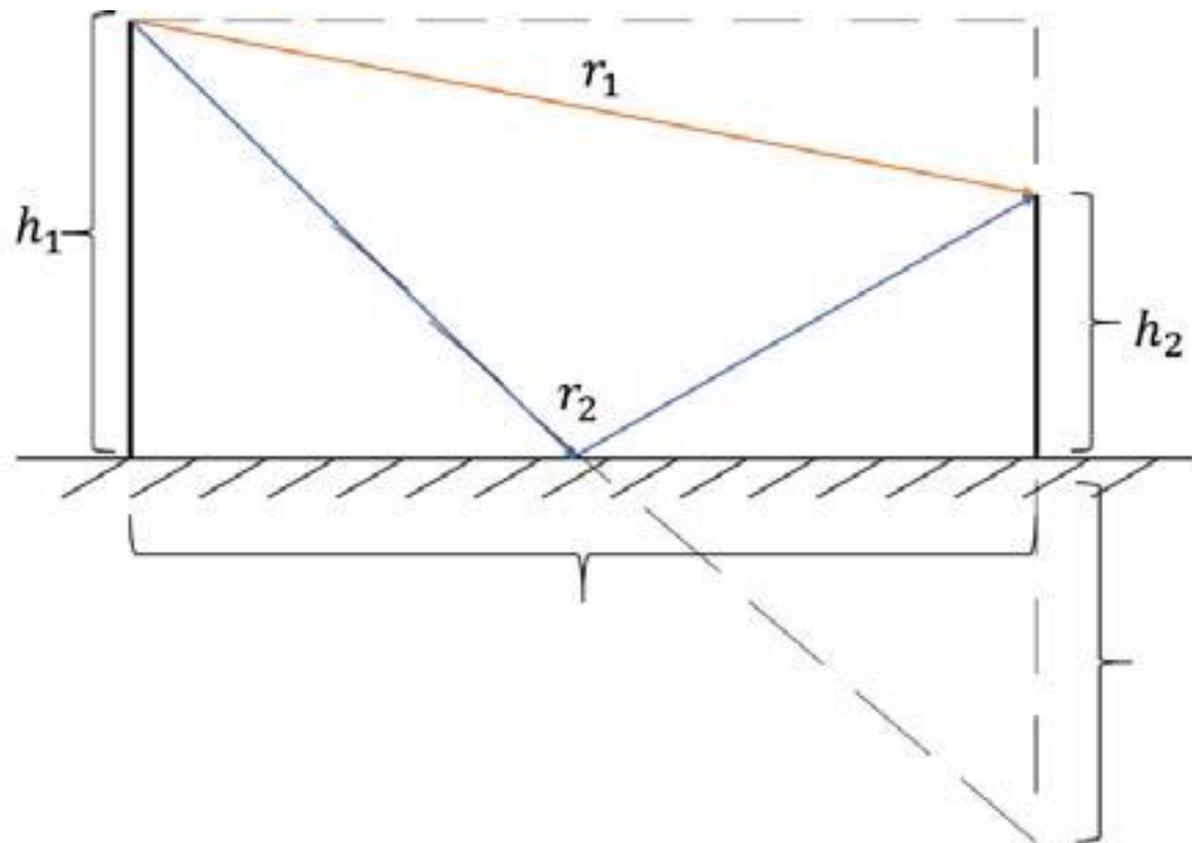


Рис.6. Схема распространения в соответствии с двухлучевой моделью

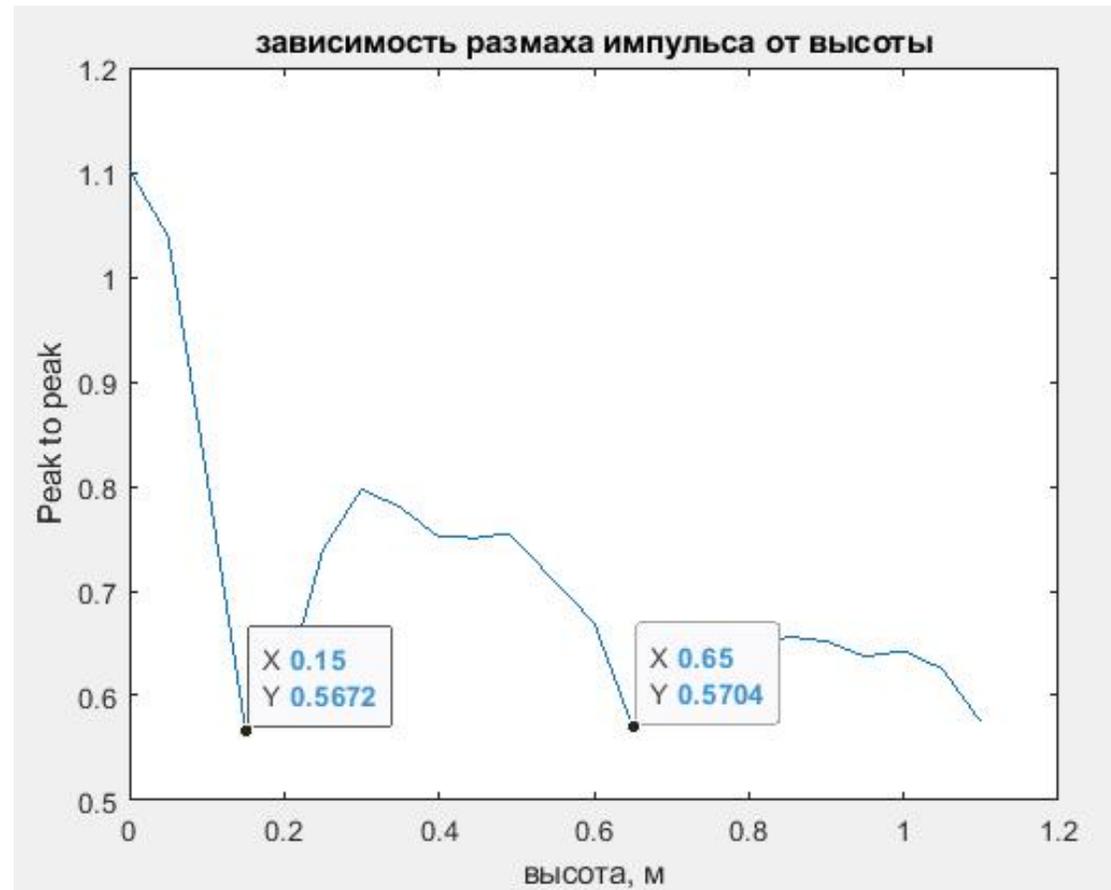


Рис.7. График зависимости размаха импульса от
высот антенн

Заключение

В работе описано экспериментальное исследование распространения сверхширокополосных импульсов над проводящей поверхностью. Эксперимент подтвердил предположение о невозможности использования только двухлучевой модели, так как она показывает верный результат не для всех спектральных составляющих СШП сигнала. Показано, что нельзя исключать влияния поверхности, которое может заключаться в отражении, перераспределении энергии для идеально проводящей поверхности.

Спасибо за внимание!