

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тренкаля Евгения Игоревича «Способ и устройства определения структуры и параметров многослойных сред на основе модифицированного TDR-метода», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

### Актуальность работы.

Метод импульсной рефлектометрии, или TDR-метод, широко применяется в различных областях науки и техники. В частности, для локализации неисправностей в кабельных сетях и в водопроводных трубах, для определения влажности материалов и комплексной диэлектрической проницаемости среды, для измерения уровней жидкостей в резервуарах и др. Практическое использование TDR-метода во временной области сопряжено с решением задачи, для которой должны быть известны свойства среды распространения сигнала (диэлектрическая и магнитная проницаемости, скорость распространения сигнала) или геометрические параметры объекта (длина линии передачи, поперечное сечение, положение точек рассогласования). Это накладывает определенные ограничения в применении TDR-метода, которые выражаются в необходимости предварительного измерения параметров материалов или использовании справочных данных об измеряемых материалах. При этом принято считать, что параметры материалов во времени неизменны, а также не учитывается состояние границы раздела многослойных сред, которая для жидких материалов представляет собой эмульсию. В связи с этим, задача разработки подходов к определению уровней границ раздела многослойных сред, позволяющих определять характеристики слоев в процессе измерения уровня, является актуальной.

Научная новизна полученных результатов, сформулированных автором в диссертации, заключается в следующем:

1) предложен и программно реализован алгоритм предварительной обработки рефлектограмм многослойных структур, реализующий селекцию многократных откликов, являющихся результатом многократных переотражений тестового сигнала в слоях исследуемой структуры с целью последующего их исключения из анализа;

2) разработана модель измерительного зонда на основе ступенчато-нерегулярной линии передачи, содержащей сосредоточенные управляемые неоднородности, алгоритмы расчета частотных и временных характеристик зонда на основе разработанной модели;

3) предложен и апробирован способ и устройства для анализа и экстракции параметров слоев многослойных сред, основанные на использовании локальных неоднородностей в измерительном зонде с возможностью управления электрическими параметрами таких неоднородностей при проведении рефлектометрических измерений;

4) предложены и экспериментально верифицированы варианты выполнения управляемых неоднородностей в конструкции зонда, а также измерительного зонда с управляемыми неоднородностями на основе двухпроводной и коаксиальной линии передачи.

Практическая значимость для науки и производства, полученных автором диссертации результатов.

Разработанный способ предназначен для анализа и выбора параметров многослойных сред в устройствах измерения уровней.

Результаты и выводы диссертационной работы.

В результате выполнения работы разработана модель измерительного зонда в виде ступенчато-нерегулярной линии передачи с сосредоточенными управляемыми неоднородностями, позволяющая проводить анализ частотных характеристик и вычисление структуры многослойной среды. Дана классификация откликов при рефлектометрическом анализе ступенчато-



нерегулярной линии передачи. Программно реализован алгоритм селекции откликов однократных отражений от границ раздела и неоднородностей среды на фоне откликов многократных отражений. Разработан способ определения длин и параметров ступенчато-нерегулярных сред, позволяющий на основе обработки серии рефлектограмм при различных параметрах управляемых неоднородностей определять скорости распространения сигнала в слоях среды. Разработаны конструкции измерительного зонда в двухпроводном и коаксиальном исполнении.

#### Апробация результатов.

Выполнена экспериментальная апробация разработанного способа определения длин и параметров ступенчато-нерегулярных сред. Перечень публикаций свидетельствует о том, что результаты работы прошли апробацию на отечественных и международных конференциях.

В качестве замечаний следует отметить, что в приведенных формулах не все обозначения имеют определения, например, в формуле (3) не описано  $Z_n$ , а в формуле (4) –  $Z_2$ . По тексту не дано пояснение данным таблицы 1 –  $\alpha$  и длина чего измерена. Имеется некоторое несоответствие между номиналом сопротивления, указанного на рисунке 3 (95,4 Ом), и номиналом, указанным в тексте (95,3 Ом). Не дано пояснение вектора уникальных задержек и в чем его особенность. В разных разделах автореферата по тексту неоднородности названы по-разному – управляемыми и регулируемыми. В содержании автореферата не указано, позволяет ли разработанный способ анализа многослойной структуры исследовать слои, не имеющие четной границы, что характерно для жидкостей.

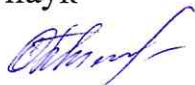
#### Заключение.

Судя по автореферату, работа выполнена на высоком научном уровне. Проведенные исследования можно охарактеризовать как законченный научный труд, содержащий важные для практического использования результаты.

Автореферат отвечает требованиям ВАК, его автор, Тренкаль Евгений Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических

наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Ведущий инженер-конструктор АО «НПЦ «Полус»,  
кандидат технических наук



Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна

Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полус»  
634050, г. Томск, Российская Федерация, Кирова пр., 56 «в»  
тел.: (382-2) 606-606, e-mail: [info@polus-tomsk.ru](mailto:info@polus-tomsk.ru)

Подпись Кузнецовой-Таджибаевой Ольги Михайловны заверяю

Ученый секретарь АО «НПЦ «Полус»



Л.Н. Ракова