

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Иванова Антона Андреевича
«Методы, программы и устройство для оценки эффективности экранирования типовых экранирующих конструкций радиоэлектронных средств», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Устойчивость радиоэлектронных средств к внешнему электромагнитному воздействию является одним из основных параметров, определяющих их корректное функционирование. Для обеспечения этого применяются проводящие корпуса и электромагнитные экраны. Если задача расчета степени экранирования плоского, в том числе и со слоистой структурой, экрана решается вполне успешно, то для реальных конструкций корпусов, особенно с учетом наличия в них проводящих и диэлектрических элементов, технологических отверстий, печатных плат и т.п. представляет собой очень сложную задачу. В связи с этим разработка методов оценки эффективности экранирования корпусов РЭА с учетом внутренних блоков и устройств, создание программных средств на их основе является актуальной задачей. Выбранную тему диссертационной работы следует считать актуальной.

Наиболее значимыми в научном отношении являются следующие положения диссертации:

1. Аналитические методы оценки эффективности экранирования проводящих корпусов, в том числе заполненных элементами из диэлектрического и проводящего материала, а также РПМ, основанные на использовании теории волноводов и резонаторов.
2. Аналитические методы расчета входного импеданса корпуса в сечении вырезанной в нем апертуры с использованием моделей эквивалентных отрезков линий, позволяющие оценить косвенным путем напряженность электромагнитного поля в заданной точке корпуса, наведенное внешним полем.
3. Алгоритмы и программы на их основе, позволяющие оценить степень экранирования от внешнего пространства областей внутри проводящего корпуса через апертуры различного вида, в том числе косвенным способом.

Предложенные автором электродинамические и схемотехнические модели экранирующих конструкций радиоэлектронных средств являются обоснованными. Предложенные методы расчета эффективности экранирования проводящими корпусами с технологическими отверстиями основаны на понятных физических принципах. Особый интерес представляют результаты, для косвенной оценки степени экранирования с использованием предложенной автором оснастки на основе подвешенной микрополосковой линии и линии на диэлектрической подложке, ТЕМ-камеры. Приведенные графики доходчиво иллюстрируют преимущества предложенных подходов. Выполнен большой объем экспериментальных исследований для подтверждения полученных расчетным путем результатов.

Практическая значимость работы подтверждена созданием лабораторного макета для косвенных измерений эффективности экранирования корпусов, разработкой специализированного программного обеспечения (ПО), а также разработкой аналитических методов, использованных в алгоритмах ПО. Имеются многочисленные акты использования полученных результатов.

По теме диссертации опубликовано 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Имеется публикация в журнале, входящем в базу данных Scopus (Q1), а также 5 научных трудов в иных изданиях из списка Scopus/Web of Science. Материалы диссертации хорошо апробированы на научных конференциях и семинарах. Дополнительным доказа-

тельством новизны работы является наличие двух патентов и 4 Свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

В качестве замечаний можно отметить следующее.

1. Использованный автором подход к расчету коэффициента передачи через многослойный экран с применением матриц А-параметров известен и применяется достаточно часто. Формула (5) применима для хорошо проводящих сред, о чем следовало бы упомянуть. Не понятно сравнение графиков на рис.2.5, полученных аналитическим методом и методом конечных разностей. В данном случае аналитический метод должен давать точный результат для композитного материала, если только во втором подходе не моделировалась каждая частица проводящего наполнителя в слое диэлектрика, что сомнительно. Кроме того, автор не указал какой график какому экрану соответствует.

2. Интересно было бы сравнить результаты расчета эффективности экранирования, показанные на рис.3.2, с результатами расчета, например, в CST Microwave Studio или аналогичной среде, так как использованная модель корпуса достаточно простая. Это бы, надеюсь, дополнительно подтвердило верность предложенного автором алгоритма.

3. К сожалению, автор нигде не комментирует области частотных графиков с отрицательным коэффициентом экранирования. Может ли этот эффект иметь положительное техническое приложение?

4. Нет пояснения причин биений графика для ММЛП на рис.4.3. Размеры корпуса по сравнению с частотой невелики. О его содержимом информации нет. Каким образом усреднялся данный график для сравнения?

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, в целом удовлетворяющей основным требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа соответствует выбранной специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, а Иванов Антон Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Шабунин Сергей Николаевич,
заведующий кафедрой радиоэлектроники
и телекоммуникаций
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»
620002, Екатеринбург, ул. Мира 19,
тел. (343)-375-4886,
E-mail: s.n.shabunin@urfu.ru
доцент, доктор технических наук


01.12.2021

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УрФУ
МОРОЗОВА В.А.

