

## ОТЗЫВ

научного руководителя

**Тумиловича Мирослава Викторовича**

о диссертационной работе Пеньялоса Овальес Дейвис Исаиас

«Радиопоглощающие композиционные материалы на основе оксидов алюминия для защиты СВЧ устройств от электромагнитного излучения»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники

Диссертационная работа Пеньялоса Овальес Дейвис Исаиас посвящена созданию радиопоглощающих композиционных материалов и электромагнитных экранов на их основе, предназначенных для защиты приборов электронной техники от электромагнитного излучения. В качестве объектов исследований выбраны порошкообразные оксиды на основе алюминия и железа в связи с тем, что такие материалы являются природными минералами и характеризуются невысокой стоимостью.

В процессе работы над диссертацией соискатель Пеньялоса Овальес Дейвис Исаиас проявил себя как высококвалифицированный специалист, умеющий самостоятельно решать научные задачи, проводить экспериментальные работы по созданию композиционных материалов для радиопоглощающих экранов электромагнитного излучения (ЭМИ), анализировать полученные результаты и формировать рекомендации по практическому их использованию. В работе широко использованы современные методы исследований, в частности определение значений коэффициентов передачи и отражения электромагнитных экранов в диапазоне частот 0,7 – 17 ГГц проводили с помощью панорамного измерителя коэффициентов передачи и отражения SNA 0,01–18, работающего по принципу отдельного выделения и непосредственного детектирования уровней падающей и отраженной волн, что обеспечило требуемый уровень достоверности полученных результатов.

В ходе диссертационных исследований соискатель в соавторстве опубликовал 15 научных работ общим объемом 5,04 авторского листа, в том числе 3 статьи в журналах из Перечня ВАК и в иностранных научных изданиях объемом 1,43 авторского листа, 5 статей в других рецензируемых научных изданиях общим объемом 2,59 авторского листа, 2 статьи в сборнике материалов конференций объемом 0,68 авторского листа, 3 тезиса доклада объемом 0,34 авторского листа. Получен патент Республики Беларусь на полезную модель. Подана заявка на патент Республики Беларусь.

Работа Пеньялоса Овальес Дейвис Исаиас является законченным, самостоятельно выполненным научным исследованием, результаты которого имеют существенное практическое значение.

Результаты диссертационных исследований внедрены в учебный процесс УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в качестве материалов лекционных и лабораторных занятий по дисциплине «Защита объектов связи от несанкционированного доступа» (специальность 1-98 01 02 «Защита информации в телекоммуникациях»), а также использованы в Центре 1.9 «Научно-производственно-образовательный инновационный центр СВЧ технологий и их метрологического обеспечения» научно-исследовательской части университета в рамках выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, для создания высокоэффективных элементов магнитной и высокочастотной микро-и наноэлектроники.

Считаю, что диссертационная работа «Радиопоглощающие композиционные материалы на основе оксидов алюминия для защиты СВЧ устройств от электромагнитного излучения» по уровню проведенных исследований и полученных результатов, их научной новизны и практической значимости отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники, а ее автор, Пеньялоса Овальес Дейвис Исаиас, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук за новые научно обоснованные и практически значимые результаты, включающие:

– установленные закономерности изменения характеристик отражения и передачи ЭМИ электромагнитных экранов на основе порошкообразного электрокорунда, пропитанных водой или водными растворами (соотношение алюмооксид : вода – 30 об.% : 20 об.%), показывающие, что наиболее эффективным является добавление воды к порошковому электрокорунду в диапазоне частот от 5,9 до 9,4 ГГц, что позволило снизить на 2–10 дБ величину коэффициента отражения ЭМИ в СВЧ-диапазоне при неизменности величины коэффициента передачи, разработать новые технологические маршруты изготовления радиопоглощающих электромагнитных экранов;

– установленные закономерности изменения характеристик отражения и передачи ЭМИ радиопоглощающих электромагнитных экранов из композиционных материалов на основе железо-бариевых ферритов при добавлении в их состав порошкообразных алюмооксидов (соотношение алюмооксид : ферриты – 30 об.% : 20 об.%), обеспечивающие снижение на 2–7 дБ значений их коэффициента отражения ЭМИ в диапазонах частот

0,7–2 ГГц, 8–11 ГГц, регистрируемого при условии их закрепления на металлических подложках, и снижение на 1–10 дБ значений их коэффициента передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7–17 ГГц, а также по сравнению с экранами, изготовленными только с применением порошкообразных ферритов, получить в 1,5 раза более низкую массу на единицу площади, разработать новые технологические маршруты получения радиопоглощающих конструкций электромагнитных экранов;

– установленные закономерности изменения характеристик отражения и передачи ЭМИ композиционных покрытий на основе порошкообразных алюмооксидов, показывающие, что при добавлении в их состав до 20 об.% порошкообразного оксида железа ( $Fe_2O_3$ ) за счет явления естественного ферромагнитного резонанса, связанного с его магнитными свойствами, обеспечивается снижение на 1,0–8,0 дБ значений коэффициента передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7–17,0 ГГц, и повышение радиопоглощающих свойств в диапазонах частот 2,0–5,0 ГГц, 11,0–17,0 ГГц, что позволило улучшить эксплуатационные свойства существующих электромагнитных экранов и разработать новый способ модификации состава композиционных покрытий для таких экранов;

– разработанное композиционное покрытие на основе порошкообразного глинозема и водоземлюльсионного состава, которое является перспективным для изготовления радиопоглощающих конструкций, которое при нанесении на их поверхность, позволяет обеспечить защиту приборов электронной техники (ПЭТ) от электромагнитных помех и может применяться для облицовки стен помещений, в которых располагаются ПЭТ;

- разработанные радиопоглощающие электромагнитные экраны на основе композиционных покрытий, содержащих порошкообразные алюмооксиды и модифицирующие их состав компоненты (порошкообразный оксид железа, фрагменты фольгированных материалов), применение которых обеспечивает снижение дальности распространения электромагнитного излучения, т.к. обеспечивают уменьшение до 2,0 раз радиуса распространения электромагнитного излучения ПЭТ.

Научный руководитель,  
начальник управления подготовки  
научных кадров высшей квалификации  
УО «Белорусский государственный  
университет информатики и радиотехники»  
доктор технических наук, доцент

М.В.Тумилович

