

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.415.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 08.04.2025 № 07/25

О присуждении Комнатнову Максиму Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методы проектирования экранирующих конструкций, шин электропитания и устройств для испытаний радиоэлектронных средств на электромагнитную совместимость с учётом дестабилизирующих воздействий», представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, принята к защите 24 декабря 2024 г., протокол № 30/24 диссертационным советом 24.2.415.01 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР); адрес 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, приказ №714/нк от 2.11.2012.

Соискатель Комнатнов Максим Евгеньевич 1987 г. рождения, в 2013 г. окончил радиотехнический факультет ТУСУРа. Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук «Анализ эффективности экранирования бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата и создание устройств для испытаний на электромагнитную совместимость» защитил в 2016 г. в диссертационном совете Д 212.268.01, созданном на базе ТУСУРа. В настоящее время работает доцентом кафедры телевидения и управления (ТУ) ТУСУРа. С декабря 2021 г. по декабрь 2024 г. обучался в докторантуре ТУСУРа.

Диссертация выполнена на кафедре ТУ ТУСУРа.

Научный консультант – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой ТУ ТУСУРа **Газизов Тальгат Рашитович**.

Официальные оппоненты – **Гизатуллин Зиннур Марселевич**, д-р техн. наук, профессор каф. систем автоматизированного проектирования ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»; **Муравьев Сергей Васильевич**, д-р техн. наук, профессор отделения автоматизации и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»; **Ромашенко Михаил Александрович**, д-р техн. наук, профессор каф. конструирования и производства радиоаппаратуры ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (ВГУ), в своем положительном отзыве, подписанном д-ром физ.-мат. наук, профессором-консультантом каф. электроники Бобрешовым А.М. и утвержденном д-ром физ.-мат. наук, проректором по науке, инновациям и цифровизации ВГУ Костиным Д.В., указала, что работа удовлетворяет п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор, Комнатнов М. Е., заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Соискатель имеет по теме диссертации 182 опубликованных работы (в т.ч. 12 без соавторов) общим объёмом 103,6 печатных листа (п.л.): 29 статей в журналах из перечня ВАК; 5 статей в журналах, индексируемых Scopus или WoS; 40 докладов в трудах конференций, индексируемых в Scopus или WoS; 2 статьи в рецензируемых журналах; 65 докладов в трудах всероссийских и международных конференций; 11 патентов на изобретение; 29 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ; 1 монографию. Авторский вклад – 41,6 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ivanov A.A., Komnatnov M.E., Gazizov T.R. Analytical model for evaluating shielding effectiveness of an enclosure populated with conducting plates // IEEE Trans. on Electromagn. Compat. – 2020. – Vol. 62, no. 5. – P. 2307–2310.

2. **Комнатнов М.Е.** Модели и методы вычисления и измерения эффективности экранирования материалов с использованием сдвоенных и коаксиальных ТЕМ-камер // Изв. высш. учеб. зав. России. Радиоэлектроника. – 2024. – Т. 27, № 4. – С. 19–37.

3. **Комнатнов М.Е.** Методика оценки уровня излучаемой помехоэмиссии интегральной схемы в ТЕМ-камере при температурном воздействии // Доклады ТУСУР. – 2024. – № 3 (27). – С. 30–36.

4. Ivanov A.A., Demakov A.V., **Komnatnov M.E.**, Gazizov T.R. Semi-analytical approach for calculating shielding effectiveness of an enclosure with a filled aperture // *Electrica*. – 2022. Vol 22, no 2. – P. 220–225.

5. Ivanov A.A., Demakov A.V., **Komnatnov M.E.** Gazizov T.R. On symmetry and asymmetry in nested electromagnetic shields // *Symmetry*. – 2023. – Vol. 15, no 441. – P. 1–18.

6. Ivanov A.A., Kvasnikov A.A., Demakov A.V., **Komnatnov M.E.**, Kuksenko S.P., Gazizov T.R. Generalized algorithm based on equivalent circuits for evaluating shielding effectiveness of electronic equipment enclosures // *Algorithms*. – 2023. – Vol. 16, no. 6. – P. 294.

7. Пат. на изобретение № 2823271 РФ. Способ изготовления многофазной помехозащищенной силовой шины электропитания / **М.Е. Комнатнов**. – Заявка № 2024103347; приоритет 12.02.2024; опубл. 22.07.2024; Бюл. №21.

На автореферат поступило 10 отзывов: от **Пашковского А.Б.**, д-ра физ.-мат. наук, зам. нач. отделения по науке АО «НПП «ИСТОК» им. Шокина, г. Фрязино; от **Клюева Д.С.**, д-ра физ.-мат. наук, профессора, зав. каф. радиоэлектронных систем ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара; от **Минкина М.А.**, д-ра техн. наук, гл. науч. сотрудника АО «Самарское инновационное предприятие радиосистем», г. Самара; от **Увайсова С.У.**, д-ра техн. наук, зав. каф. конструирования и производства радиоэлектронных средств ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва; от **Мыровой Л.О.**, д-ра техн. наук, гл. науч. сотрудника ФГАУ «Национальный исследовательский центр телекоммуникаций имени М.И. Кривошеева», г. Москва; от **Воршевского А.А.**, д-ра. техн. наук, зав. каф. электротехники и электрооборудования судов ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», г. Санкт-Петербург;

от **Смирнова Ю.Г.**, д-ра физ.-мат. наук, профессора, зав. каф. математики и суперкомпьютерного моделирования ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза; от **Горбачёва А.П.**, д-ра техн. наук, профессора каф. радиоприемных и радиопередающих устройств ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск; от **Майстренко В.А.**, д-ра техн. наук, профессора и **Пляскина М.А.** канд. техн. наук, доцента каф. средств связи и информационной безопасности ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск; от **Коровкина Н.В.**, д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург. **Все отзывы положительные.**

В качестве критических замечаний указывается: не в полной мере раскрыты все характеристики представленных устройств; не детализирован механизм температурного воздействия на исследуемый объект; не приведены первоначальные параметры воздействующего на вход ТЕМ-камеры сверхкороткого импульса; не указаны метрологические характеристики оборудования, использованного при проведении экспериментальных исследований; не указан критерий восприимчивости транзистора.

Выбор официальных оппонентов д-ра техн. наук **Гизатуллина З.М.**, д-ра техн. наук **Муравьева С.В.** и д-ра техн. наук **Ромащенко М.А.** обоснован их достижениями в области исследования и проектирования средств помехозащиты и устройств для измерения и испытания радиотехнических средств. Оппоненты имеют публикации в этой области исследований и способны объективно оценить диссертационную работу. Выбор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» в качестве ведущей организации обоснован тем, что сотрудники университета проводят фундаментальные и прикладные научные исследования высокого уровня, входящие в соответствующую теме диссертации область исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложен метод проектирования многоуровневых экранирующих конструкций радиоэлектронных средств, включающий разработанные

аналитические модели и методики измерения эффективности экранирования различных материалов;

разработаны устройства для исследований и испытаний радиоэлектронных средств на электромагнитную совместимость с возможностью имитации и оценки электромагнитных помех в широких диапазонах частот и температур;

разработаны методы проектирования помехозащищённых линий передачи повышенной электрической мощности со спиральным и прямоугольным поперечными сечениями;

предложен метод ослабления излучаемой помехоэмиссии и восприимчивости микроконтроллера, включающий слоистый электромагнитный экран и программные средства обнаружения и восстановления работоспособности микроконтроллера после сбоя;

разработаны методики оценки помехоэмиссии и помехоустойчивости интегральных схем в ТЕМ-камере при заданных температурах;

разработана методика оценки наведенных токов на микрополосковую линию внутри ТЕМ-камеры при воздействии на её вход сигнала от генератора сверхкороткого импульса или имитатора электростатического разряда.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

проведена модификация математических моделей для вычисления эффективности экранирования конструкций экранов, вычисления погонных индуктивности и ёмкости линии передачи со спиральным поперечным сечением, вычисления амплитуды и формы наведенных токов и напряжений на микрополосковую линию внутри ТЕМ-камеры;

изложен метод выявления и исправления ошибок данных в памяти микроконтроллера для повышения его помехоустойчивости к непрерывному и импульсному воздействиям;

проведена модернизация методик, расширяющая анализ помехоэмиссии и помехоустойчивости интегральных схем с учётом климатического воздействия;

раскрыты особенности электромагнитного и температурного влияния на ослабление электромагнитных помех электромагнитными экранами и уровни помехоэмиссии и помехоустойчивости компонентов радиоэлектронных средств.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработанные модели и программы для анализа эффективности экранирования элементов, узлов и блоков космического аппарата **внедрены** в АО «РЕШЕТНЁВ», г. Железногорск;

способы изготовления помехозащищённых линий электропередачи и лабораторный макет силовой шины электропитания космических аппаратов, а также прототип аппаратно-программного комплекса для измерения характеристик элементов и узлов оптимальной сети высоковольтного электропитания **внедрены** в АО «РЕШЕТНЁВ», г. Железногорск;

созданная ТЕМ-камера **внедрена** в Институте сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск;

оценки эффективности экранирования корпусов радиоэлектронных средств, с учётом заполнения полости апертур корпусов различными материалами и взаимного расположения корпусов в системе экранов **внедрены** в Национальный исследовательский Томский государственный университет (НИ ТГУ), г. Томск;

оценки эффективности экранирования материалов, корпусов и блоков космического аппарата **внедрены** в Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики ТГУ, г. Томск;

исследования влияния температуры и влажности на элементы радиоэлектронных средств и созданные устройства на основе линий передачи **использованы** при выполнении научных проектов по Федеральным целевым программам, госзаданиям, грантам РФФИ и РНФ;

созданные устройства на основе линий передачи и методики измерения уровней помехоэмиссии и помехоустойчивости, а также модели и программы для вычисления эффективности экранирования материалов и корпусов радиоэлектронных средств **использованы** в учебном процессе ТУСУРа и НИ ТГУ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

согласованность результатов, полученных на основе разработанных математических моделей и полученных известными численными методами (конечных элементов, моментов, матриц линий передачи, конечных разностей во

