

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное образова-  
тельное учреждение высшего образования  
**«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031  
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21  
E-mail: [dou@pgups.ru](mailto:dou@pgups.ru) <http://www.pgups.ru>  
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,  
ИНН 7812009592/ КПП 783801001

**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор - проректор по  
научной работе доктор технических  
наук, профессор

  
Титова Тамила Семеновна

«10» января 2022 г.

№

На

№

Г отзыв ведущей организации

7

**ОТЗЫВ**

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образова-  
тельного учреждения высшего образования «Петербургский государ-  
ственный университет путей сообщения Императора Александра I» по  
диссертационной работе Двилянского Алексея Аркадьевича, выполнен-  
ной на тему: «Методология математического моделирования обеспече-  
ния функциональной устойчивости объектов критической информацион-  
ной инфраструктуры при воздействии электромагнитных импульсов»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по научной специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ (технические науки)».

Соискатель учёной степени доктора технических наук по научной спе-  
циальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ» Двилянский Алексей Аркадьевич в рамках работы над  
диссертацией «Методология математического моделирования обеспечения  
функциональной устойчивости объектов критической информационной ин-  
фраструктуры при воздействии электромагнитных импульсов» в рамках реше-

ния актуальной научной проблемы, вызванной необходимостью формирования математических методов моделирования, численных методов и комплекса программ, связанных с недостаточной на сегодняшний день разработкой и апробацией теоретического инструментария обеспечения устойчивого функционирования объектов критически важных информационных сегментов государства в условиях развития стратегий применения средств генерации электромагнитных излучений, основанных на новых физических принципах в рамках террористических акций разработал положения, рекомендации и выводы на основании комплексного рассмотрения всех вопросов и корректного учета многократно проверенных, в том числе и на практике, исходных данных, в сочетании с принятыми в данной области научными методами исследования с последующей верификацией полученных результатов с известными теоретическими конструкциями, применяемыми в теории управления, оценки живучести и помехозащищённости информационных систем, а также электромагнитного экранирования.

Автор по результатам проведённого исследования сформулировал аргументированные выводы, вследствие доказательств выдвинутых гипотез и проведённых, на их основании расчётов, что подтверждает их достоверность и обоснованность.

По результатам диссертации автор добился **научной новизны исследования**, которая базируется на совокупности разработанных в настоящем ис-

следовании элементов **теории** математического моделирования в электродинамике, **позволяющих сформировать** математические методы моделирования экранирующей конструкции, ущерба, живучести и помехозащищённости, а также численный метод оптимизации экономических затрат и алгоритмов, **входящих в комплекс программ, и реализовать** с единых методологических позиций **концепцию** обеспечения функциональной устойчивости (ОФУ) объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ) в условиях воздействия электромагнитных импульсов (ЭМИ), направленную на разрешение выявленных системных противоречий в целях реализации принципов функциональной устойчивости данных объектов с учётом динамики электромагнитной обстановки, **базирующуюся** на комплексном исследовании проблемы, включающую анализ и синтез структур многофункциональных средств обеспечения живучести и помехозащищённости, **отличающуюся** интегральной оценкой показателей качества их функционирования на основе критериальных требований, предъявляемым к объектам КИИ в условиях воздействия ЭМИ (п. 1, 3, 4, 5 паспорта научной специальности) и включает в себя разработанные:

1. Элементы теории электромагнитного экранирования, на основании которых формируется математический метод моделирования экранирующей конструкции, обеспечивающей устойчивое функционирование компонентов объектов КИИ при воздействии ЭМИ, **базирующийся** на учете функционала энергии (потенциала) электромагнитного поля, **отличающийся** от существующих

ющих эффектом обратимости, электрофизических свойств радиопоглощающих полимерных композиционных материалов, формирующих слои в многослойной конструкции, а также формы, количества и расположения в ней технологических неоднородностей на основе известных математических моделей, применяемых для решения электродинамических задач с выявлением общих признаков и подходов к их решению (п. 1 паспорта научной специальности).

2. Математический метод моделирования ущерба, наносимого объектам КИИ при воздействии ЭМИ, **базирующийся** на иерархическом ранговом подходе, **отличающийся** учетом атрибутов функциональности объекта, подвергающегося воздействию и предусматривающего систематизацию их критичности с использованием экспертной системы для нахождения функции максимального предотвращенного ущерба при минимизации финансовых затрат (п. 1 паспорта научной специальности).

3. Математический метод моделирования системы ОФУ объектов КИИ при воздействии ЭМИ, учитывающий условия их функционирования (п. 1 паспорта научной специальности), включающий:

– математический метод моделирования живучести объектов КИИ при воздействии ЭМИ, **базирующийся** на способах и приемах расчета условной вероятности «попадания» ЭМИ (преодоления им различного рода «препятствий»), **отличающийся** учетом надежности генератора ЭМИ и обеспечивающий снижение уровней электромагнитных полей до безопасных величин;

– математический метод моделирования помехозащищённости объектов КИИ при проявлении внутренних электромагнитных излучений и наводок, **базирующийся** на аппарате теории обнаружения наведенного сигнала, **отличающийся** учётом аддитивности наводок электромагнитных излучений и собственных наводок конструктивного элемента КИИ.

4. Комплекс проблемно-ориентированных программ, позволяющий проводить вычислительные эксперименты на основе разработанных алгоритмов, реализующих сформированные математические методы моделирования, а также технологического испытательного стенда для проверки адекватности математической модели экранирующей конструкции на основании результатов натурных экспериментов с обоснованием и тестированием эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий (п. 3, 5, 6 паспорта научной специальности).

5. Численный метод оптимизации экономических затрат в рамках обеспечения функциональной устойчивости объектов критической информационной инфраструктуры в условиях воздействия ЭМИ с целью максимального предотвращения ущерба, **базирующийся** на интеллектуальной технологии оптимизации и стабилизации систем, основанный на применении теории игр, **и отличающийся** возможностью выбора вариантов обеспечения их функциональной устойчивости (п. 4 паспорта научной специальности).

**Теоретическая значимость** результатов исследования определяется тем, что автором впервые разработаны теоретические конструкты, составляющие дальнейшее развитие теории электромагнитного экранирования, использование которых необходимо для исследования и решения проблемы математического моделирования обеспечения функциональной устойчивости объектов критической информационной инфраструктуры при воздействии электромагнитных излучений, с использованием метода конечных элементов и тензорного представления электромагнитного поля, что позволяет проводить исследования по обоснованию пороговых значений в процедурах обнаружения воздействий и способствует накоплению знаний по применению методов обеспечения функциональной устойчивости объектов критической информационной инфраструктуры.

**Практическая значимость исследования** определяется возможностями разработанных теоретических основ для обеспечения функциональной устойчивости объектов КИИ и заключается в том, что внедрение полученных моделей, методов, алгоритмов и комплексов программ на их основе позволяет:

1. Проводить комплексную оценку функциональной устойчивости объектов КИИ с учетом применения по ним различных средств генерации ЭМИ с использованием проблемно-ориентированных программ, обеспечивающую практическое применение разработанных численных методов.

2. Обеспечить комплексность использования современных инструментально-моделирующих средств, позволяющих анализировать информацию об

электромагнитном влиянии, а также представить практические рекомендации по использованию многослойных экранирующих конструкций, математических методов моделирования ущерба, оценки живучести и помехозащищённости объектов КИИ, численного метода оптимизации экономических затрат в рамках обеспечения функциональной устойчивости объектов КИИ при воздействии ЭМИ.

3. Определить перспективы практического использования результатов исследований – разработанной математической модели экранирующей конструкции с использованием радиопоглощающих полимерных композиционных материалов (РППКМ) и технологических процессов их производства на основании результатов натуральных экспериментов с обоснованием и тестированием эффективных вычислительных методов на основе современных компьютерных технологий и спроектированного технологического испытательного стенда для проверки адекватности сформированной математической модели характеристик экранирующей конструкции на основании результатов натуральных экспериментов с обоснованием и тестированием эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий (п. 6 паспорта научной специальности).

По результатам исследования автор обеспечил **связь с государственными и научно-исследовательскими программами:**

1. Математические методы моделирования, алгоритмы расчета, а также результаты моделирования применялись при расчетно-аналитическом обосновании проектных решений по реконструкции специального объекта (шифр «3165-А»), а также при разработке конструкторско-технологических решений по обеспечению живучести и помехозащищённости специальных объектов при настройке телекоммуникационного оборудования в технологическом зале специального объекта (шифр «720/7», Протокол № 11/15-2017), выполненных «Отделом конструкционной защиты от электромагнитных воздействий» 23 ГМПИ – филиалом АО «31 Государственный проектный институт специального строительства» (г. Санкт-Петербург).

2. Научно-технологические решения внедрены в практическую деятельность Управления вооружения Федерального органа исполнительной власти Российской Федерации при формировании предложений в проект государственной программы вооружения на период 2018-2025 годов.

**Обоснованность и достоверность** теоретических исследований, результатов математического моделирования и экспериментальной проверки предлагаемых решений подтверждается строгой постановкой общей и частных задач исследования, корректным применением апробированного математического аппарата и достигнута за счет системности рассмотрения всех вопросов, достаточно полного учета практически проверенных исходных данных, верификации отдельных результатов в рамках известных конструкций,



широко используемых в теории электродинамики, экранирования и защиты информации.

По теме диссертации соискатель **опубликовал монографию** и **72** научные работы, **23** из которых в периодических научно-технических изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (6 статей входят в ядро РИНЦ) и **3** статьи в международной реферативной базе данных SCOPUS; выполнено **6** научно-исследовательских работ; получено **3** Патента на изобретения, **1** Патент на полезную модель и **6** Свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертационная работа содержит достаточно полный список использованной литературы, отражающий высокий уровень проработки известных результатов в области исследований, имеются ссылки на работы, выполненные соискателем в соавторстве, что указывает на соответствие требованиям п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.10.2018 № 1168), предъявляемым к докторским диссертациям. Структура работы соответствует логике исследования.

**Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации, качество оформления автореферата**

Автореферат соответствует диссертации, достаточно полно передает её основное содержание, оформлен в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.10.2018 № 1168). Стил ь представления материала в автореферате позволяет уяснить содержание работы, основные идеи, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации.

Несмотря на высокую степень обоснованности и глубину проработки материала, диссертации не лишена и недостатков, в качестве которых можно выделить следующее:

1. В материалах диссертации не конкретизируются объекты КИИ, подвергающиеся воздействию ЭМИ в зависимости от вида и класса выполняемых задач, в соответствии с ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры».
2. В материалах диссертации явно не отражены вопросы, касающиеся управления процессом обеспечения функциональной устойчивости объектов КИИ в условиях проявления поражающих и дестабилизирующих факторов ЭМИ и внутренних электромагнитных излучений и наводок, а также как это повлияет на процесс принятия решения должностными лицами и его доведения до нижестоящих по иерархичности уровней системы государственного управления.

3. Необходимо более четко дать понятия риска в зависимости от величины ущерба, наносимого объектам в условиях полной группы негативных событий в рамках «атакующего сценария» злоумышленника.
4. В диссертации отсутствуют требования к априорной информации, так как в работе не указано, на основании каких информационных данных злоумышленник осуществляет проведение электронной операции по воздействию на объекты.

Отмеченные недостатки не снижают общего положительного впечатления о диссертации, а лишь обозначают пути дальнейших исследований соискателя в последующей работе.

**Заключение о соответствии диссертации требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней»**

Диссертационная работа ДВИЛЯНСКОГО А.А. выполнена на актуальную тему и является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, в которой решена научная проблема, имеющая важное политическое, социально-экономическое и хозяйственное значение, с изложением нового научно обоснованного конструктивно-технологического решения, внедрение которого вносит значительный вклад в развитие рассматриваемого научного направления.

Диссертация соответствует пунктам **1, 3, 4, 5 и 6** паспорта научной специальности 05.13.18– «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

По постановке и полноте решённой научной проблемы, новизне, достоверности и обоснованности, научной и практической значимости положений, выносимых на защиту, форме их представления работа отвечает требованиям п. 9, 10, 11 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.10.2018 № 1168), предъявляемым к докторским диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а автор диссертации ДВИЛЯНСКИЙ Алексей Аркадьевич достоин присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв составил:

Профессор кафедры «Электрическая связь»  
доктор технических наук, профессор

Привалов Андрей Андреевич

Заведующая кафедрой «Электрическая связь»  
кандидат технических наук, доцент

Казакевич Елена Владимировна

«10» января ..... 2022 г.

Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»  
Тел.: +7 (812) 457-86-28; +7 (812) 310-42-03  
Факс: +7 (812) 315-26-21  
E-mail: dou@pgups.ru  
Сайт: <https://www.pgups.ru>