

## Предложение-проект

**Название предложения-проекта:** Исследование технических систем и устройств на устойчивость к воздействию сверхкоротких сверхширокополосных электромагнитных импульсов (СШП ЭМИ) и разработка методов защиты от их воздействия

**Актуальность проекта:** Компьютеризация и цифровизация, насыщение оборудования всех видов и назначений электроникой, а также динамичная эволюция поколений сотовой (мобильной) связи от второго (2G) и третьего (3G) поколений к четвертому (4G LTE), а далее - к планируемым пятому (5G) и шестому (6G) поколениям – это неизбежные процессы, обусловленные высочайшей эффективностью радиоэлектронных систем во всех сферах человеческой деятельности - как в быту, так и в промышленности, коммунальном хозяйстве, торговле, здравоохранении, образовании, на транспорте и т.п., а также, безусловно, в сферах государственного управления, охраны правопорядка, защиты от чрезвычайных ситуаций и обороны.

Однако при всей заманчивости все более широкого использования компьютерных систем сбора, хранения и обработки информации, систем управления технологическими процессами, систем беспроводного информационного обслуживания общества и всех прочих систем, использующих электронику, проводные и беспроводные информационные технологии, необходимо принимать во внимание их существенно более высокую восприимчивость к внешним электромагнитным воздействиям - непреднамеренным и преднамеренным.

Особенно следует считаться с чрезвычайно высокой зависимостью процессов государственного и местного управления, систем охраны правопорядка, защиты от чрезвычайных ситуаций и т.п., от качества и надежности функционирования критически важных объектов и систем управления – компьютеров и их сетей, баз данных, автоматизированных систем управления коммунальным хозяйством, транспортом и другими критически важными системами и объектами. С реализацией концепций и технологий "Умного города", "Умного дома", "Беспилотного транспорта", "Электронного здравоохранения" и других информационных сервисов современного общества, предполагающих все углубляющуюся автоматизацию всех производственных, технологических и управленческих процессов, вход из строя этих систем может иметь катастрофические последствия и приводить к огромным потерям.

Технологической базой современных критически важных компьютерных систем сбора, хранения и обработки информации, управления технологическими процессами и беспроводного информационного обслуживания является использование микро- и нано электроники. Уменьшение размеров электронной элементной базы при сохранении размеров соединительных элементов и рост ее производительности, приводит к увеличению ее восприимчивости к внешним электромагнитным воздействиям. Чрезвычайно быстрый рост пространственной плотности источников электромагнитного излучения (до 1-10 единиц на кв.м. в системах 5G/6G), скоростей передачи данных по радиоканалам (до 1-10 Гбит/с в системах 5G/6G) и территориальной плотности беспроводного трафика (до 1-10 Мбит/кв.м в системах 5G/6G) приводит к чрезвычайно существенному усложнению электромагнитной обстановки (ЭМО), увеличению уровней и широкополосности внешних электромагнитных воздействий, что негативно сказывается на надежности функционирования сложных информационных систем.

Одной из наиболее опасных причин нарушения функционирования этих систем может быть их поражение мощными сверхширокополосными электромагнитными импульсами (СШП ЭМИ), все более широко используемыми при террористических электромагнитных

атаках и при ведении локальных гибридных военных действий в рамках разнообразных акций принуждения.

Особенностями СШП ЭМИ является их чрезвычайно высокая импульсная мощность (напряженность электромагнитного поля (ЭМП)) при низкой средней мощности ЭМП, а также расположение основной части их частотного спектра в СВЧ диапазоне, что обеспечивает возможность создания компактных устройств генерации сверхмощных СШП ЭМИ, способных обеспечить поражение незащищенных объектов инфраструктуры, отдельных компьютеров, компьютерных сетей и баз данных, например, скрытно из легкового автомобиля с расстояния до 100-200 м.

Наличие в современном мире все возрастающих угроз электромагнитного терроризма и гибридных акций принуждения, направленных на поражение государственной и местной инфраструктуры с целью нарушения государственного и местного управления настоятельно требует принятия эффективных мер противодействия этим угрозам.

### **Некоторые результаты испытаний**

Анализ и экспериментальные исследования восприимчивости различных технических средств и объектов к воздействию СШП ЭМИ, выполненные в БГУИР в 2017-2020 годах, подтвердил высокую опасность воздействия СШП ЭМИ на радиоэлектронные средства различного назначения. В частности, обнаружено, что

- даже при относительно низких уровнях воздействия (1...5 кВ/м), помехи, вызываемые СШП ЭМИ, приводят к потере скорости передачи информации в каналах связи, что может привести к существенным сбоям в работе сложных систем контроля и мониторинга;

- для незащищенных электронных приборов и оборудования общего пользования (персональные компьютеры, ноутбуки, планшеты, видеокамеры) даже низкие уровни воздействия могут привести к выходу этих устройств из строя;

- при уровнях воздействия СШП ЭМИ выше 5 кВ/м происходит потеря и/или искажение принимаемой информации в течение длительного времени, которое зачастую существенно превосходит время воздействия СШП ЭМИ. Это может вызвать необратимые процессы в сложных роботизированных системах, управляемых автоматикой, и привести не только к сбою в ее работе, но и к выходу из строя исполнительных механизмов;

- в случаях воздействий СШП ЭМИ с высокой амплитудой импульсов (20 кВ/м и выше) оборудование выходит из строя вследствие необратимых процессов в электронных узлах и деталях (тепловой пробой полупроводниковых элементов, таких как микросхемы, транзисторы, диоды) даже в защищенных устройствах авионики и системах промышленного назначения;

воздействия СШП ЭМИ на системы управления сложных технологических процессов с высокой вероятностью могут привести к выходу их из строя, а также иметь катастрофические последствия.

### **Предлагаемое содержание сотрудничества:**

Принимая во внимание вышесказанное, БГУИР предлагает научно-техническое сотрудничество в данной области по следующим направлениям:

- совместное испытание технических систем и устройств на устойчивость к воздействию СШП ЭМИ,

- создание базы данных об устойчивости технических средств и их элементов к воздействию СШП ЭМИ,

- исследование физических явлений, определяющих характер воздействия СШП ЭМИ на радиоэлектронное оборудование,

- разработка физико-математических моделей для описания воздействия СШП ЭМИ на радиоэлектронное оборудование и обоснования мер по минимизации результатов воздействия,
- совместная разработка методов защиты радиоэлектронного оборудования от воздействия СШП ЭМИ и прочих видов электромагнитного воздействия (СВ, НРЕМ, Е1 НЕМР, Е3 НЕМР).

**Опыт и возможности БГУИР в данной области:**

В БГУИР имеется метрологически аттестованный мобильный испытательный комплекс СШП ЭМИ в составе излучающей антенны, генераторов высоковольтных импульсов напряжения и измерителя уровня поля (рис.1).

В БГУИР создана исследовательская группа высокой квалификации, имеющая большой опыт

- разработки практических методик и проведения экспериментальных исследований воздействия СШП ЭМИ на различные технические устройства и системы в лабораторных и полевых условиях,
- теоретических исследований и математического моделирования воздействия СШП ЭМИ на средства экранирования (защиты), включая оценку эффективности этих средств.



**Рис. 1. Мобильный испытательный комплекс СШП ЭМИ**

Номинальная амплитуда импульса в начале рабочей зоны на оси излучения	не менее 50 кВ/м
Размер зоны облучения (с номинальной амплитудой импульса и с неоднородностью 3 дБ) вблизи начала рабочей зоны	1 × 1 м
Длительность фронта импульса между уровнями от 0,1 до 0,9 от амплитуды на оси излучения	150 пс ± 30 %
Длительность импульса по уровню 0,5 от амплитуды на оси излучения	250 пс ± 30 %
Режим излучения СШП ЭМИ	серия импульсов
Частота повторения импульсов	регулируемая непрерывно

	от 100 до 1000 Гц
Длительность серии импульсов, регулируемая дискретно	0,1; 0,2; 0,5; 1,0 с ± 10 %
Длительность серии импульсов, регулируемая непрерывно	от 10 с до 5 минут
Электропитание	220 В / 50 Гц

**Таблица 1. Параметры мобильного испытательного комплекса СШП ЭМИ**

	<p>Испытания системы управления дизельного двигателя 1.9 TDH на открытой площадке</p>
	<p>Испытания РЛС «Гроза-М-154» в лабораторных условиях</p>
	<p>Испытания промышленного компьютера «IPC-610-SYS41-2» в лабораторных условиях</p>

**Таблица 2. Примеры испытаний технических средств на устойчивость к воздействию СШП ЭМИ**

### Кратко о БГУИР:

С 2002 г. постановлением Правительства Республики Беларусь БГУИР назначен головной организацией в Республике Беларусь по исследованию проблем защиты от непреднамеренных помех и обеспечения ЭМС радиоэлектронных средств.

Мировая репутация БГУИР в создании передовых технологий в области ЭМС и электромагнитной защиты (ЭМЗ) на системном уровне подтверждается:

- презентациями этих технологий на ведущих международных симпозиумах и выставках в США, Канаде, Китае, Японии, России, Германии, Великобритании, Бельгии, Швейцарии, Испании, Италии, Польше, Индии и др.;
- научными публикациями в ведущих научных изданиях IEEE и ЕС;
- экспортом высокотехнологической научной продукции и услуг в области ЭМС/ЭМЗ в 10 стран;
- большим опытом специалистов НИЛ ЭМС БГУИР в решении сложных проблем ЭМС/ЭМЗ для Правительства Беларуси, различных белорусских и зарубежных заказчиков;
- широким международным научно-техническим сотрудничеством с учеными Канады, США, Китая, Израиля, Италии, Великобритании, Швеции и других стран.

***НИЛ ЭМС РЭС БГУИР будет рада сотрудничеству с Вами в области ЭМС/ЭМЗ и в смежных областях!***

### BSUIR Technique for EMC/EMP/EME/EMS system analysis & design:



### Контакты:

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР)  
Научно-исследовательская лаборатория «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств»

тел.: (+37517) 2938994, 2938438, [www.emc.bsuir.by](http://www.emc.bsuir.by), [emc@bsuir.by](mailto:emc@bsuir.by)

БГУИР, ул. П.Бровки, 6, Минск, 220013, Республика Беларусь