

УДК 629.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСПОРТА ОТ БПЛА: ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ИМПУЛЬС ПРОТИВ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАТЕНТНЫХ РЕШЕНИЙ

Оболенский Ярослав Антонович¹, курсант

e-mail: obolenskiyar@gmail.com

Никитаев Игорь Владимирович¹, кандидат технических наук, доцент

e-mail: inikitaev@bk.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются два современных способа защиты колёсной техники от атак беспилотных летательных аппаратов (далее - БПЛА), включая оптоволоконные и рой дронов. Проведен анализ механических систем (на примере патента № RU2835702), а также генераторов электромагнитного импульса. Особое внимание уделено уязвимости оптоволоконных дронов и роевых атак к электромагнитному импульсу и электронной совместимости.

Ключевые слова: электромагнитный импульс, беспилотные летательные аппараты, механическая защита, патентные решения, оптоволоконные дроны, рой.

COMPARATIVE ANALYSIS OF VEHICLE PROTECTION TECHNOLOGIES AGAINST UAVS: ELECTROMAGNETIC PULSE VERSUS MECHANICAL PATENT SOLUTIONS

Yaroslav A. Obolenskiy¹, Cadet

e-mail: obolenskiyar@gmail.com

Igor V. Nikitaev¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail: inikitaev@bk.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. This article examines two contemporary methods of protecting wheeled vehicles from attacks by Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), including fiber-optic drones and drone swarms. An analysis of mechanical protection systems (using Patent No. RU2835702C1 as an example) and electromagnetic pulse generators is conducted. Particular attention is paid to the vulnerability of fiber-optic drones and swarm attacks to electromagnetic pulses, as well as issues of electromagnetic compatibility.

Keywords: electromagnetic pulse, unmanned aerial vehicles, mechanical protection, patent solutions, fiber-optic drones, swarms.

Механические патентные решения – конструкции с вращающимися элементами (карусели, пропеллеры, цепи), предназначенные для кинетического отбрасывания или разрушения БПЛА при контакте [1].

Механические средства защиты предполагают создание вокруг транспортного средства вращающейся кинетической преграды, с которой сталкивается атакующий дрон. В рассмотренных патентных заявках предлагаются конструкции, закрепляемые на крыше или по периметру автомобиля и приводимые в движение либо электромотором, либо набегающим потоком воздуха.

Варианты исполнения:

«Буханка» с антидроновыми пропеллерами: семь электромоторов с лопастями создают круговую зону поражения. Автор патента рассчитывает, что оператор БПЛА из-за плохой видеосвязи не сможет точно определить границы вращения и направит дрон в лопасти [2].

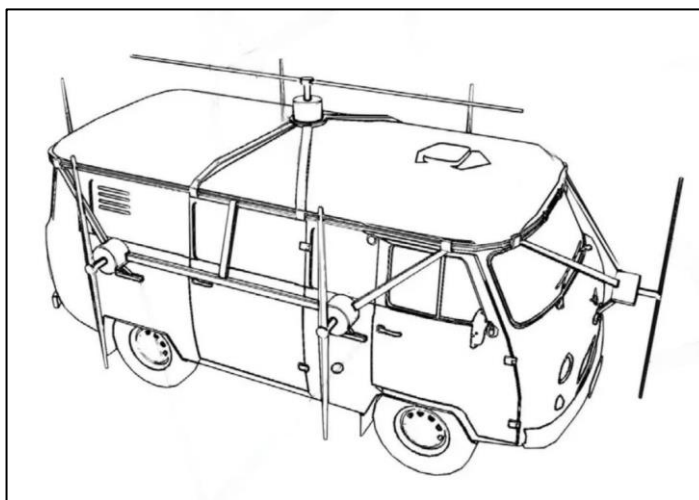


Рисунок 1 – Патент с антидроновыми пропеллерами

Монструозная конструкция с цепями: устройство включает центральный шток, обручи, цепи вертикального и горизонтального вращения, ступицу и диск. Цепи, раскручиваемые до высоких скоростей, должны разрушать или отбрасывать приближающиеся дроны и сброшенные боеприпасы [1].

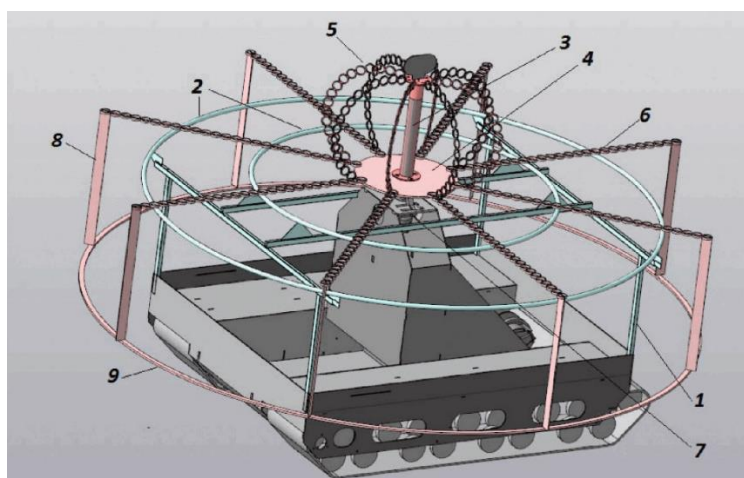


Рисунок 2 – Патент с цепями

Заявленные преимущества (по мнению авторов патентов):

1. Относительная простота и низкая стоимость материалов (металлические трубы, цепи).
2. Возможность работы без расхода боеприпасов и электроэнергии (в аэродинамическом варианте).
3. Потенциальная эффективность против любых типов дронов, включая оптоволоконные, так как разрушение происходит при физическом контакте.

Критические недостатки и риски:

1. Громоздкость и демаскировка: установка подобных конструкций резко увеличивает заметность техники, ухудшает аэродинамику и проходимость, затрудняет маскировку.
2. Опасность для экипажа и окружающих: вращающиеся с высокой скоростью элементы (цепи, лопасти) представляют смертельную угрозу при случайном приближении человека. При повреждении одного элемента вся конструкция может разрушиться, нанеся урон собственной машине.
3. Низкая эффективность против массированных атак: уничтожение одного звена «карусели» или одной лопасти создаёт брешь в защите, через которую беспрепятственно проходят следующие дроны.
4. Проблема с подрывом боеприпасов: как справедливо отмечено в критике патента, мина или граната, сброшенная на вращающуюся конструкцию, с детонирует при контакте с ней, и осколки поразят защищаемый автомобиль.
5. Низкая мобильность: развёртывание и свёртывание системы занимает время, делая технику уязвимой в переходных режимах.

Электромагнитный импульс (далее – ЭМИ) – это распространяющееся в пространстве возмущение электромагнитного поля. Может трактоваться как электромагнитная волна или как поток фотонов, в зависимости от характера задачи. Простыми словами, направленный луч высокой энергии, который выжигает или временно блокирует работу микросхем дрона, заставляя его упасть без кинетического воздействия или радиочастотных помех. Принципиальное отличие ЭМИ от других методов защиты, в том, что оно воздействует на внутреннюю электронику, а не на каналы управления, позволяя уничтожить дроны, защищенные от традиционного глушения. Традиционные средства РЭБ становятся не эффективны против нового класса БПЛА. Фомина И.А. в своей диссертации пишет, что сверхкороткоимпульсное электромагнитное излучение (далее – СКИ ЭМИ) является серьезной угрозой для БПЛА, следовательно, производство и использования ЭМИ-оружие против дронов будет перспективным направлением. СКИ ЭМИ способно поражать электронные компоненты любого дрона, вне зависимости от наличия или отсутствия радиоканала [3].

ЭМИ-оружие способно атаковать БПЛА с разной мощностью и в зависимости от неё наносить разный ущерб. При использовании напряжения электрического поля выше 50 В/м, способствует временному нарушению работы дрона. Использование напряжения поля выше 50кВ/м, приводит к термическому уничтожению электронных компонентов и возможной деформации конструкции [4].

Классификация ЭМИ-генераторов: генераторы на основе импульсных компрессоров; взрывомагнитные генераторы; электромагнитные ускорители; СВЧ-генераторы на полупроводниковых приборах; лазерные системы, как частный случай направленной энергии.

В США компания EPIRUS создала новое ЭМИ-оружие под названием Leonidas. Главной особенностью является создание электромагнитного купола для пассивной защиты автоколонны. Оно способно уничтожить рой дронов за короткий промежуток времени.



Недавно Leonidas прошел своё испытание на работоспособность, уничтожив 49 из 61 дрона. Такую систему можно использовать, как отдельный самоходный транспорт или как прицеп для автомобиля, есть возможность установки как модификация на транспорт, но для этого необходимо уменьшать габариты, что повлечёт за собой уменьшение мощности [5].

Проблемы использования ЭМИ:

1. ЭМИ – оружие высоких частот, использует транзисторы на основе нитрида галлия(GaN) и арсенида галлия(GaAs). При работе на предельном напряжении они сильно греются, что является причиной установки охлаждения, которое забирает часть энергии. Также ЭМИ работает по принципу закону обратных квадратов, простыми словами на дистанцию в 5 км для создания плотности энергии, что и на дистанции в 5 метров, мощность передатчика нужно увеличить не в 1000, а в 1000000 раз.

2. Сложность обеспечения селективности поражения [6].

3. Критической проблемой использования ЭМИ остается обеспечение электромагнитной совместимости – защита собственной электроники автомобиля от поражающего воздействия электромагнитного поля в его зоне действия.

Предложения по решениям проблем ЭМИ:

1. Проблему энергопотребления следующими вариантами:

а. Использование сверхпроводника, при определенной температуре сопротивление падает до нуля, следовательно, энергия будет передаваться без тепловых потерь.

б. Твердотельные генераторы и оптимизации формы импульса: Технология «Shaped Pulse» предлагает решить эту проблему разделив основной импульс на два этапа: сначала создать слабый, но высоковольтный разряд для ионизации воздушного пространства создав готовый “Проводник” и после этого пустить основной мощный импульс. Такой подход увеличит КПД разряда основного накопительного конденсата [7].

с. Использование ЭМИ с другими видами защиты, по принципу: высокое энергопотребление + низкое энергопотребление, где ЭМИ будет выступать крайней мерой для защиты от роев или оптоволоконных дронов. Примеры: ЭМИ + РЭБ, ЭМИ + антидронные сетки

2. Для защиты своих электрических компонентов можно использовать экранирование. Экранирование, представляет из себя общий экранирующий корпус с внутренними перегородками из многослойных материалов снижает напряженность поля на электронику в 125-229 раз [8].

3. Для защиты людей также можно использовать экранирование.

Таблица 1. Сравнительный анализ механических патентных решений и электромагнитного импульса (ЭМИ)

Критерии	ЭМИ	Механические патентные решения
Принцип действия	Поражение электронных компонентов дрона высокочастотным излучением	Кинетическое разрушение или отбрасывание дрона при столкновении с вращающимися элементами
Энергопотребление	Высокая: для зарядки накопителей (конденсаторов) и системы охлаждения	Очень низкая: электропривод не нуждается в большом количестве энергии
Защита от оптоволоконных дронов	Высокая: выводит электронику из строя независимо от наличия радиоканала	Спорно: теоретически при контакте дрон будет сбит, но нет гарантии перехвата до момента атаки
Защита от роя дронов	Высокая: ЭМИ поражает всю электронику в зоне действия	Очень низкая: при разрушении одного элемента защиты образуется брешь, конструкция не рассчитана на



		одновременную атаку с нескольких направлений.
--	--	---



Мобильность и скрытность	Средняя: генератор может быть размещен внутри кузова или прицепа, критически не увеличивая габариты техники	Низкая: Конструкция громоздка, демаскирует автомобиль снижает скорость и проходимость
Безопасность экипажа и техники	Необходимо экранирование собственной электроники и защита экипажа от мощного поля	Крайне опасно: вращающиеся элементы угрожают жизни находящихся рядом людей, детонация боеприпаса на конструкции поражает автомобиль осколками
Стоимость и технологичность	Высокая: требует передовых полупроводниковых или сверхпроводниковых компонентов, высоковольтных конденсаторов	Низкая: Использование доступных материалов, возможно изготовление в полевых мастерских
Возможность серийного внедрения	Ограничена технологиями и высокой стоимостью, перспективно при решении проблем энергетики и миниатюризации.	Ограничена высоким рисками для собственных войск

Проведённый анализ показывает, что электромагнитный импульс и механические патентные решения находятся на противоположных полюсах технологического развития средств защиты от БПЛА.

ЭМИ-защита представляет собой высокотехнологичное, наукоёмкое направление, способное решить ключевую проблему современности - противодействие оптоволоконным и роевым дронам. Несмотря на серьёзные трудности данная технология уже имеет действующие прототипы и интенсивно развивается в направлении миниатюризации и интеграции с искусственным интеллектом. В долгосрочной перспективе именно системы направленной энергии, включая ЭМИ, станут основой мобильной ПВО поля боя.

Механические патентные решения являются быстрым и дешёвым средством в условиях отсутствия серийных промышленных образцов. Они обладают неустраняемыми недостатками: опасность для собственного экипажа, низкая боевая устойчивость, полная демаскировка техники. Реальная эксплуатация на фронте - единственный критерий истины, и пока подобные конструкции не получили распространения, уступая место даже примитивным, но более практичным капроновым сетям. Исключением могут быть лишь узкоспециализированные применения, но для мобильного автотранспорта они признаются бесперспективными.

Перспектива: Разработку средств защиты автотранспорта следует сосредоточить на совершенствовании ЭМИ-систем, комбинируя их с традиционными средствами радиоэлектронной борьбы и пассивной защитой. Механические вращающиеся конструкции не могут быть рекомендованы для практического внедрения на боевой технике ввиду высокого уровня опасности и низкой эффективности в условиях реальных атак дронов.

Список литературы:

1. Патент № 2835702 С1 Российская Федерация, МПК F41H 11/02 (2025.01), F41H 5/18 (2025.01). Устройство защиты от дронов: № 2024128454: заявл. 25.09.2024: опубл. 03.03.2025, Бюл. № 7 / Калабухов Алексей Александрович. (дата обращения 12.04.2026)
2. «Беспилот»: УАЗ - «буханку» научили отбиваться от дронов пропеллерами // Рупостерс: 06.01.2026. – URL: <https://ruposters.ru/news/06-01-2026/bespilot-uazbuhanku-nauchili-otbivatsya-dronov-propellerami> (дата обращения: 13.04.2026).



3. Фомина И. А. Метод тестирования устойчивости телекоммуникационной системы управления беспилотных летательных аппаратов к воздействию сверхкоротких электромагнитных импульсов, Москва – 2015. – URL: <https://www.hse.ru/data/2015/03/26/1096197657/dis.pdf> (дата обращения 28.03.2026)
4. Blaszczyk J., Karcz K., Mierczyk Z., Sitkiewicz A. From Disruption to Destruction. Assessing the Impact of Unmanned Aerial Vehicles // NATO STO/ - 2024. – URL: <https://www.sto.nato.int/document/compact-counter-uas-system-for-defeating-small-uav-in-complex-environments-presentation/> (дата обращения 30.03.2026)
5. Создано антидроновое оружие, на испытаниях одним выстрелом сбившие 49 БПЛА // CNews. 29.09.2025. – URL: https://www.cnews.ru/news/top/2025-09-29_mikrovolnovoe_oruzhie_odnim?ysclid=mnbtj4kh411079269 (дата обращения 02.04.2026)
6. Белоусов, А. О. Подходы к обеспечению электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств в составе комплекса функционального поражения беспилотных летательных аппаратов мощным электромагнитным излучением, 2023. - № 3. - С. 134–196. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-obespecheniyu-elektromagnitnoy-sovmestimosti-radioelektronnyh-sredstv-v-sostave-kompleksa-funktsionalnogo-porazheniya> (дата обращения: 05.04.2026).
7. Патент РФ №RU2410835C1. Высоковольтный генератор импульсов (варианты) / Габля Ю.А., Ладягин Ю.О., Сорокин О.В. 27.01.2011. – URL: <https://patenton.ru/patent/RU2410835C1> (дата обращения 07.04.2026)
8. Белоусов, А. О. Повышение помехозащищенности беспилотного летательного аппарата в условиях воздействия мощного электромагнитного излучения: комплексный подход / А. О. Белоусов, А. В. Носов // Системы управления, связи и безопасности. 2025. № 1. С. 10–47. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-pomehozaschischennosti-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-v-usloviyah-vozdeystviya-moschnogo-elektromagnitnogo> (дата обращения: 10.04.2026).