

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013108963/07, 28.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.02.2013

(45) Опубликовано: 20.08.2014 Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Базелян Э.М., Механизм притяжения молнии и проблема лазерного управления молнией, УФН. 2000, Т. 170. №7, С.753. RU 2124821C1, 10.01.1999. RU 2144747C1, 20.01.2000. FR 2673334A1, 28.08.1992. US 2010002353A1, 07.01.2010. US 2008024952A1, 31.01.2008

Адрес для переписки:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Архипова
В.П. (каф. Э-8)

(72) Автор(ы):

Архипов Владимир Павлович (RU),
Березинский Игорь Николаевич (RU),
Березинский Николай Александрович (RU),
Камруков Александр Семенович (RU),
Козлов Николай Павлович (RU),
Пашкевич Михаил Юрьевич (RU),
Трофимов Александр Вячеславович (RU),
Федченко Людмила Михайловна (RU),
Шереметьев Роман Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)C1
2 5 2 5 8 4 2
RU

(54) СПОСОБ ИНИЦИРОВАНИЯ МОЛНИЕВЫХ РАЗРЯДОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам контролируемого инициирования молниевых разрядов, которые могут быть использованы при молниезащите важных объектов от грозового электричества и при искусственных воздействиях на облачные процессы с целью регулирования их электрической активности. Молниезащита осуществляется за счет отвода тока молнии в безопасное для защищаемого объекта место. Задачей изобретения способа является упрощение, удешевление, повышение надежности и расширение возможностей применения способа инициирования молниевых разрядов. Поставленная задача решается следующим образом. Способ инициирования молниевых разрядов включает дистанционное определение предразрядного состояния и координат грозовых ячеек, а также создание плазменного токопроводящего канала. При этом плазменный токопроводящий канал создают

синхронизированным подрывом серии артиллерийских боеприпасов плазменно-оптического действия. Точки подрыва располагают так, чтобы ионизированные области, возникающие в атмосферном воздухе при срабатывании боеприпасов плазменно-оптического действия, располагались с перекрытием по цепочке в направлении от грозовой ячейки к поверхности земли или к соседней грозовой ячейке. Перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия может быть осуществлено изменением направления полета каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего. Перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия также может быть осуществлено изменением времени срабатывания каждого последующего

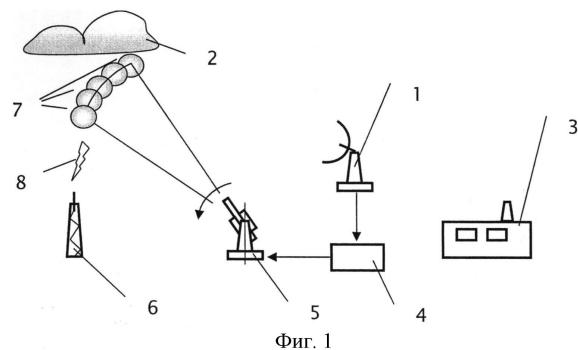
R U
2 5 2 5 8 4 2
C 1

R U 2 5 2 5 8 4 2 C 1

R U 2 5 2 5 8 4 2 C 1

боеприпаса в серии относительно предыдущего. Кроме того, перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия может быть осуществлено одновременным изменением направления полета каждого

последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего и изменением времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.





(51) Int. Cl.
H05F 3/04 (2006.01)
H02H 9/04 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2013108963/07, 28.02.2013

(24) Effective date for property rights:
28.02.2013

Priority:

(22) Date of filing: 28.02.2013

(45) Date of publication: 20.08.2014 Bull. № 23

Mail address:

105005, Moskva, 2-ja Baumanskaja ul., 5, str. 1,
MGTU im. N.Eh. Baumana, TsZIS, dlja Arkhipova
V.P. (kaf. Eh-8)

(72) Inventor(s):

Arkhipov Vladimir Pavlovich (RU),
Berezinskiy Igor' Nikolaevich (RU),
Berezinskiy Nikolaj Aleksandrovich (RU),
Kamrukov Aleksandr Semenovich (RU),
Kozlov Nikolaj Pavlovich (RU),
Pashkevich Mikhail Jur'evich (RU),
Trofimov Aleksandr Vjacheslavovich (RU),
Fedchenko Ljudmila Mikhajlovna (RU),
Sheremet'ev Roman Viktorovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Moskovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
N.Eh. Baumana" (MGTU im. N.Eh. Baumana)
(RU)

(54) METHOD OF INITIATING LIGHTNING DISCHARGES

(57) Abstract:

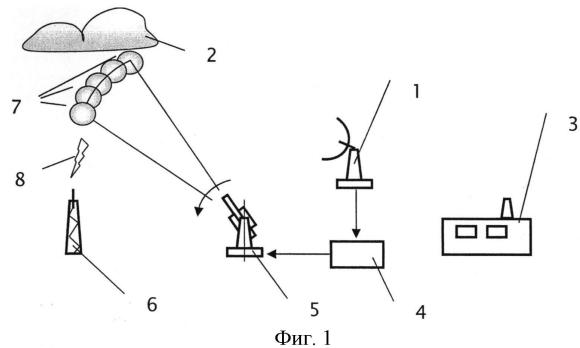
FIELD: blasting operations.

SUBSTANCE: method of initiating lightning discharges comprises a remote definition of the pre-discharge state and coordinates of storm cells, as well as creation of a plasma conductive channel. At that the plasma conductive channel is created by synchronised blasting of series of artillery ammunition of plasma-optical action. The blasting points are located so that the ionised fields arising in the atmospheric air at triggering of the ammunition of plasma-optical action are arranged to overlap in the chain in the direction from the storm cell to the ground surface or to neighbouring storm cell. The overlapping of the ionised fields in the atmospheric air from triggering of the ammunition of plasma-optical action can be performed by changing the direction of flight of each subsequent ammunition in series in relation to the previous one. The overlapping of the ionised fields in the atmospheric air from triggering of the ammunition of plasma-optical action can also be performed by changing the triggering time of each subsequent ammunition in series in relation to the previous one. In addition, the overlapping of the

ionised fields in the atmospheric air from triggering of the ammunition of plasma-optical action can be performed by simultaneous changing the direction of flight of each subsequent ammunition in series in relation to the previous one and the change in the triggering time of each subsequent ammunition in series in relation to the previous one.

EFFECT: simplification, cheapening, increased reliability and capability enhancement of use of the method of initiation of lightning discharges.

4 cl, 3 dwg



R
U
2
5
2
5
8
4
2

C
1

Область техники

Изобретение относится к способам контролируемого инициирования молниевых разрядов, которые могут быть использованы при молниезащите важных объектов от грозового электричества и при искусственных воздействиях на облачные процессы с целью регулирования их электрической активности. Молниезащита осуществляется за счет отвода тока молнии в безопасное для защищаемого объекта место.

Уровень техники

Известен способ инициирования молниевых разрядов с помощью металлического молниеотвода, выполненного из стержня, троса или сетки [Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. Москва, Издательство МЭИ, 2004]. Молниеотвод устанавливается на высоте, превышающей защищаемый объект, и концентрирует потенциал земли в точке подвеса. Под действием электрического поля приближающегося грозового облака плотность наведенных на земле положительных зарядов значительно возрастает. Электростатическое поле у острия возрастает, превышая порог ионизации воздуха. Электрическое поле грозовой ячейки концентрируется в ближайшей к молниеотводу области, и из нее излучаются стримеры, формирующие лидер молниевого разряда. Разряд грозовой ячейки производится через молниеотвод. Ток молнии рассеивается в земле в окрестности установки молниеотвода. Радиус зоны защиты сопоставим с высотой молниеотвода.

Недостатки известного способа заключаются в невысокой вероятности попадания разряда молнии в молниеотвод и невысокой степени защиты объекта. Дело в том, что опасность воздействия эдс магнитной индукции молнии на низкопотенциальные и взрывоопасные коммуникации заставляет отводить молнию в землю на значительном удалении от объекта, а это существенно снижает степень молниезащиты объекта.

Известен способ инициирования молниевых разрядов с помощью ракет, запускаемых с поверхности земли. Они несут за собой медный проводник [PREVECTRON®: Полевые испытания в условиях реальных молний, www.indelec.com]. Используются также ракеты с твердотопливным двигателем [The International Center for Lightning Research and Testing (ICLRT) at Camp Blanding, Florida]. В состав топлива добавляются хлорид кальция и соли цезия. Горящее топливо оставляет позади летящей ракеты след из этих солей, которые, вступая в контакт с влагой воздуха, образуют токопроводящий канал. Молния идет по пути наименьшего электрического сопротивления, т.е. по сформированному каналу.

Процедура инициирования заключается в ожидании подходящего момента во время грозы, контролируемого измерителем напряженности поля, и запуске ракеты по направлению к грозовой ячейке облака. Электростатическое поле земли концентрируется по проводнику или токопроводящему каналу. Нисходящий из грозовой ячейки и встречный, излучаемый ракетой, лидеры растут навстречу друг к другу. Их объединение замыкает нисходящую молнию через проводящий объект на землю. Проводник, прикрепленный к ракете, при прохождении по нему тока лидеров испаряется, формируя проводящий канал в воздухе. Вдоль созданного канала происходит «короткое замыкание» на землю, и нисходящий лидер свободно проходит вниз по проводнику до земли. Молниевый разряд происходит через стержневые мачты при достижении ракетой высоты ~50-300 м.

Недостатками этого способа являются: громоздкость, дороговизна, связанная с ограниченным радиусом действия ракеты и жесткой привязки точки старта к стержневой мачте молниеотвода; малое быстродействие при повторных вызовах молнии; обрыв прикрепляемого проводника при старте и его влияние на траекторию полета ракеты; невозможность инициировать межоблачные разряды; разрушение целостности

токопроводящего канала (из-за его малого сечения) турбулентностью атмосферы.

Известен также способ инициирования молниевых разрядов, включающий дистанционное определение предразрядного состояния и координат грозовых ячеек, и создание плазменного токопроводящего канала воздействием на атмосферный воздух излучением лазера [Создание сплошных лазерных искр для решения. В.В. Аполлонов, Л.М. Василяк, С.Ю. Казанцев, И.Г. Кононов, Д.Н. Поляков, А.В. Сайфулин, К.Н. Фирсов. Интернет приложение. Спецвыпуск «Оборонный заказ» N-17 декабря 2007].

В известном способе для инициирования молнии используют инфракрасный (ИК) лазер. Лазерный луч пропускают вблизи вершины высокой башни. Момент лазерного выстрела выбирается по данным датчика электрического поля, встроенного в систему запуска лазерных устройств, т.к. облако должно созреть и быть готовым к испусканию исходящей молнии, чтобы она была перехвачена лидером, восходящим от башни. Излучение фокусируется длиннофокусными зеркалами или линзами. В нагретом луче ИК-лазера воздух снижает свою плотность, что способствует его ионизации и формированию проводящего канала, вдоль которого легче развивается электрический разряд. При длительности основной части импульса ~50 нс, пороговая интенсивность для пробоя, содержащего аэрозоли воздуха, составляет $107\text{-}108 \text{ Вт}\cdot\text{см}^{-2}$. Сформированный вершиной высокой башни восходящий лидер перехватывает молнию.

Основной недостаток этого способа - большие затраты энергии, так как греется весь газ в канале. Необходимые для этого мощности лазеров труднодостижимы.

Известен также способ инициирования молниевых разрядов, включающий дистанционное определение предразрядного состояния и координат грозовых ячеек, и создание плазменного токопроводящего канала воздействием на атмосферный воздух излучением ультрафиолетового (УФ) лазера, принятый за прототип [Базелян Э.М., Райзер Ю.Л. Механизм притяжения молнии и проблема лазерного управления молнией //УФН. 2000. Т. 170. №7, С.753]. В соответствии с известным способом с помощью УФ-лазера создают плазменный канал в свободной атмосфере так, чтобы от его концов возбудились лидеры, инициирующие формирование молнии. Условие возбуждения жизнеспособных лидеров от плазменного проводника такое же, как и от заземленного сооружения. Оно определяет минимальную длину формируемого проводника.

Осуществляют фотоионизацию чрезвычайно коротким, но очень мощным импульсом ультрафиолетового излучения. К нему добавляется более длительный импульс менее жесткого видимого излучения, которое освобождает электроны из быстро образующихся при УФ-импульсе отрицательных ионов. Создается токопроводящий канал в свободной атмосфере, который поляризуется в поле грозового облака и от его концов возбуждаются лидеры.

Недостатки лазерных методов - громоздкость и сложность оборудования, значительная энергоемкость и стоимость реализации, невозможность формирования протяженных проводящих каналов вблизи грозового облака, где максимальны напряженности электрического поля и наиболее выгодные с энергетической точки зрения условия зарождения лидерных каналов.

Общий недостаток как ракетного, так и лазерного способов искусственного вызывания молнии заключается в том, что формируемый ими плазменный проводящий канал имеет малое поперечное сечение. Любая неоднородность атмосферы - неоднородности плотности, вида и концентрации аэрозоля, мелкомасштабная турбулентность и др. в области проводящего канала - нарушает целостность канала и его проводимость, а следовательно, и его способность к поляризации и проводнику лидера канала.

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения способа является упрощение, удешевление, повышение надежности и расширение возможностей применения способа инициирования молниевых разрядов.

Поставленная задача решается следующим образом. Способ инициирования молниевых разрядов включает дистанционное определение предразрядного состояния и координат грозовых ячеек, а также создание плазменного токопроводящего канала. При этом плазменный токопроводящий канал создаются синхронизированным подрывом серии артиллерийских боеприпасов плазменно-оптического действия. Точки подрыва располагают так, чтобы ионизированные области, возникающие в атмосферном воздухе при срабатывании боеприпасов плазменно-оптического действия, располагались с перекрытием по цепочке в направлении от грозовой ячейки к поверхности земли или к соседней грозовой ячейке.

Перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия может быть осуществлено изменением направления полета каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего.

Перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия также может быть осуществлено изменением времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего.

Кроме того, перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия может быть осуществлено одновременным изменением направления полета каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего и изменением времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего.

Перечень фигур

Предложенный способ инициирования молниевых разрядов поясняется графическим материалами, где на фиг.1 изображена схема реализации с обеспечением перекрытия ионизированных областей изменением направления полета каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего, на фиг.2 - схема реализации с обеспечением перекрытия ионизированных областей изменением времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего, на фиг 3 - схема реализации с обеспечением перекрытия ионизированных областей одновременным изменением направления полета и времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего.

Осуществление изобретения

Для реализации предложенного способа инициирования молниевых разрядов необходимы следующие технические средства.

- 1) Станция грозовой разведки, обеспечивающая дистанционное определение предразрядного состояния и координат грозовых ячеек.
 - 2) Вычислительный блок на базе микропроцессоров, осуществляющий обработку данных станции грозовой разведки в режиме реального времени и выдачу команд целеуказания.
 - 3) Несколько мачт молниеотводов стандартной конструкции, расположенных на безопасном удалении от защищаемого объекта.
 - 4) Одна или несколько скорострельных артиллерийских установок.
- Темп стрельбы современной 30 мм автоматической пушки - 6000 выстр./мин

(соответственно, частота стрельбы 100 Гц), скорость 30-миллиметрового снаряда при выходе из ствола составляет $v_0 \approx 500\ldots 1000$ м/с, т.е. снаряды следуют друг за другом на расстоянии 5...10 м. Пушка имеет устройство передачи времени срабатывания взрывателя снаряду внутри ствола индуктивным методом. Пушка снабжена программно-регулируемыми приводами, обеспечивающими перемещение ствола по азимуту и углу возвышения с заданной скоростью.

5) Боеприпасы плазменно-оптического действия (БПОД) (такие боеприпасы выполняются, например, на основе взрывного плазменно-вихревого источника излучения, описанного в журнале технической физики (ЖТФ), 2010, т.80, №11, с.87-94).

10 Принцип действия БПОД основан на использовании эффектов ударного торможения и вихреобразования при импульсной инжекции высокоэнталпийных плазменных струй в атмосферный воздух. Плазменные струи с требуемыми термодинамическими параметрами и химическим составом формируются с помощью кумулятивного заряда бризантного взрывчатого вещества (ВВ). При дистанционном подрыве БПОД в

15 атмосферном воздухе формируется долгоживущее плазменно-вихревое образование в виде сферида с характерным диаметром порядка нескольких метров (в зависимости от массы заряда ВВ) и генерируется мощный высокогенеретичный импульс широкополосного электромагнитного излучения оптического диапазона спектра (0,19...14 мкм). Яркость такого излучения многократно превышает яркость солнечного

20 излучения и соответствует радиационным температурам 15000...20000 К, фронт нарастания интенсивности излучения приходится на микросекундный диапазон длительностей. В быстрой фазе процесса срабатывания БПОД - фазе ударного торможения высокоскоростной струи в воздухе - более 50% излучаемой энергии

25 приходится на ультрафиолетовую область спектра, коротковолновые кванты которой вызывают фотоионизацию окружающего воздуха. В процессе дальнейшего торможения струи в воздухе (медленная фаза) формируется плазменный тороидальный вихрь с характерными температурами плазмы 3000...5000 К. Время жизни плазменного вихря в воздухе - десятки и сотни миллисекунд (до 0,1 с). В течение этого времени в плазменном

30 вихре сохраняются достаточно высокие концентрации электронов - $10^{12}\ldots 10^{14}$ в см³.

Эффективность преобразования химической энергии конденсированного ВВ во внутреннюю энергию вихря и излучение достигает 20%.

Такие БПОД могут быть адаптированы ко всем типам современных артиллерийских установок, в том числе и к автоматическим пушкам с высоким темпом стрельбы (6000 выстрелов в минуту и более). Время задержки подрыва (или дистанция, на которой осуществляется подрыв) задается встроенным электронно-программируемым или пиротехническим взрывателем-замедлителем.

Имеются экспериментальные данные по исследованию характеристик макетных образцов БПОД калибра 30 мм, подтверждающие указанные выше сведения (ЖТФ, 2010, т.80, №11, с.87-94).

40 Для инициирования молний необходимо создать ионизированный (проводящий) канал длиной в несколько десятков метров вблизи грозовой ячейки облака по направлению к земле или близлежащей грозовой ячейке того же или другого облака, чтобы от его концов смогли возбудиться жизнеспособные лидеры. Канал должен быть хорошо проводящим и иметь диаметр, превышающий характерный размер мелкомасштабной турбулентности атмосферы. Плазма сформированного канала быстро (за $10^{-8}\ldots 10^{-9}$ с) поляризуется в поле грозовой ячейки облака, что способствует формированию лидеров молний из обоих концов канала.

Реализация предложенного способа инициирования молниевых разрядов будет понятна из следующих примеров, касающихся молниезащиты объектов.

Пример 1: перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия осуществляется изменением 5 направления полета каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего (фиг.1).

Станция грозовой разведки 1 отслеживает перемещение грозового облака 2 с грозовой ячейкой в сторону защищаемого объекта 3 и контролирует напряженность 10 электрического поля на уровне поверхности земли. Угловые координаты грозовой ячейки, направление и скорость движения облака, текущее расстояние до него непрерывно поступают в вычислительный блок 4. Эти данные обрабатываются 15 вычислительным блоком 4 с учетом координат места позиционирования скорострельной артиллерийской установки 5 и мачты молниеотвода 6. Результаты вычислений в виде команд целеуказания по азимуту и углу возвышения, по времени срабатывания взрывателя боеприпаса и угловым скоростям поворота ствола поступают на приводы 20 скорострельной артиллерийской установки 5.

При достижении напряженности приземного электрического поля порогового значения (например, 200 В/см) станция грозовой разведки 1 выдает команду на отстрел 25 серии боеприпасов плазменно-оптического действия. Каждый боеприпас при выходе из ствола индуктивным способом получает информацию о задержке срабатывания встроенного дистанционного взрывателя, рассчитанной вычислительным блоком 4. Во время стрельбы ствол скорострельной артиллерийской установки 5 осуществляет 30 программируенное перемещение по азимуту и углу возвышения. В результате каждый последующий боеприпас из серии вылетает из ствола по новому направлению. При подлете боеприпасов к заданной точке пространства (например, нижней кромке грозовой тучи) через расчетное время срабатывает дистанционный взрыватель и боеприпас плазменно-оптического действия подрывается. Поскольку в данном примере время срабатывания всех боеприпасов в серии установлено одно и то же, а ствол 35 скорострельной артиллерийской установки во время стрельбы поворачивается с расчетной угловой скоростью, траектория точек подрыва 7 серии боеприпасов представляет собой дугу окружности.

Вокруг каждой точки подрыва образуется область ионизации атмосферного воздуха. Начальная ионизация воздуха обеспечивается коротковолновыми ультрафиолетовыми 35 фотонами, генерируемыми высокотемпературной ударно-сжатой плазмой, образующейся при срабатывании боеприпаса; в дальнейшем она поддерживается и усиливается электронными лавинами, развивающимися в сильном электрическом поле грозового облака.

В рассматриваемом примере перекрытие ионизированных областей вокруг точек подрыва 7 обеспечивается угловым перемещением ствола во время стрельбы, а время 40 срабатывания боеприпасов определяет дистанцию (наклонную дальность), на которой формируются зоны подрыва.

В результате вблизи мачты молниеотвода 6 создается пространственно-ориентированный протяженный проводящий канал диаметром порядка 2...5 метров. Для формирования канала протяженностью 100 метров требуется примерно 20 45 боеприпасов. В электрическом поле грозовой ячейки проводящий плазменный канал поляризуется и с его противоположных концов возбуждаются лидеры. Поскольку проводящий плазменный канал формируется вдоль линии, соединяющей грозовую ячейку и мачту молниеотвода 6, в этом же направлении будет прорастать и нисходящий

лидер от проводящего канала. Тем самым обеспечивается высокая вероятность ориентированного удара молниевого разряда 8 между грозовой ячейкой грозового облака 1 и молниеотводом 6 через плазменный канал в виде дуги.

Пример 2: перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от

5 срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия осуществляется изменением времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего (фиг.2).

В отличие от примера 1 ствол скорострельной артиллерийской установки

(автоматической пушки) 5 не изменяет своего углового положения и нацелен на грозовую

10 ячейку в нижней части грозового облака 2. Боеприпасы на выходе из канала ствола пушки 5 получают различные значения времени срабатывания, например, $t_1 > t_2 > t_3 > \dots > t_n$, где t_1 - время срабатывания 1-го боеприпаса в серии, t_2 - время срабатывания 2-го боеприпаса и т.д. В результате точки подрыва 7 боеприпасов располагаются на одной линии и при соответствующем выборе значений времени срабатывания каждого 15 боеприпаса в серии ионизированные области воздуха вокруг точек подрыва перекрываются и тем самым формируется проводящий плазменный канал, ориентированный от грозовой ячейки в сторону мачты молниеотвода 6 вблизи артиллерийской установки 5.

Дальнейшее развитие процессов инициирования молнии происходит аналогично

20 примеру 1 и приводит к возникновению молниевого разряда 8.

В примере 2 формируется прямолинейный плазменный проводящий канал вдоль линии прицеливания артиллерийской установки 5.

Пример 3: перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе

25 осуществляется одновременным изменением направления полета и времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего.

В отличие от примеров 1 и 2 имеет место сразу два механизма формирования протяженного проводящего плазменного канала: за счет углового перемещения ствола артиллерийской установки 5 и за счет установки разного времени срабатывания боеприпасов в серии. В результате согласованного использования двух механизмов можно получить любую желаемую ориентацию плазменного проводящего канала, например горизонтальную, как это показано на фиг.3. В этом случае для обеспечения защиты объекта 3 точки подрыва 7 боеприпасов плазменно-оптического действия располагаются вдоль линии, соединяющей разнополярно заряженные облака 2 и 9, что обеспечивает инициализацию молниевого разряда 8 между ними.

35 Приведенные примеры показывают возможность реализации предложенного способа инициирования молниевых разрядов на современном уровне техники.

Кроме молниезащиты объектов, предложенный способ может быть использован для искусственных воздействий на облачные процессы с целью регулирования их электрической активности.

40 Поставленная задача - в части упрощения способа - решается отработанностью и функциональной простотой используемых технических средств.

Поставленная задача - в части удешевления способа инициирования молниевых разрядов - решается конструктивной простотой применяемых технических средств и низкой стоимостью расходуемых боеприпасов плазменно-оптического действия.

45 Поставленная задача - в части повышения надежности способа - решается тем, что образующийся в результате синхронизированного подрыва серии боеприпасов плазменно-оптического действия проводящий плазменный канал имеет значительное сечение (до 5 м) и время жизни, в силу чего, слабо подвержен влиянию нежелательных

факторов, например локальной турбулентности атмосферы.

Поставленная задача - в части расширения возможностей способа инициирования молниевых разрядов - решается тем, что согласованным выбором угловой скорости поворота ствола скорострельной артиллерийской установки и времени срабатывания боеприпасов в серии можно реализовать любую оптимальную ориентацию и форму плазменного проводящего канала и тем самым дополнительно повысить надежность искусственного инициирования молниевых разрядов.

Формула изобретения

1. Способ инициирования молниевых разрядов, включающий дистанционное определение предразрядного состояния и координат грозовых ячеек, а также создание плазменного токопроводящего канала, отличающийся тем, что плазменный токопроводящий канал создаются синхронизированным подрывом серии артиллерийских боеприпасов плазменно-оптического действия, при этом точки подрыва располагают так, чтобы ионизированные области, возникающие в атмосферном воздухе при срабатывании боеприпасов плазменно-оптического действия, располагались с перекрытием по цепочке в направлении от грозовой ячейки к поверхности земли или к соседней грозовой ячейке.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия осуществляют изменением направления полета каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия осуществляют изменением времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что перекрытие ионизированных областей в атмосферном воздухе от срабатывания боеприпасов плазменно-оптического действия осуществляют одновременным изменением направления полета каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего и изменением времени срабатывания каждого последующего боеприпаса в серии относительно предыдущего.

