



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01G 15/00 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023128518, 03.11.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.11.2023

Дата регистрации:
21.06.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.11.2023

(45) Опубликовано: 21.06.2024 Бюл. № 18

Адрес для переписки:

129128, Москва, ул. Ростокинская, 9, ФГБУ
"ИПГ", Репину А.Ю.

(72) Автор(ы):

Алексеева Александра Валерьевна (RU),
Васильев Алексей Сергеевич (RU),
Веркин Юрий Владимирович (RU),
Данелян Баграт Григорьевич (RU),
Зинкина Марина Дмитриевна (RU),
Палей Алексей Алексеевич (RU),
Перцев Николай Николаевич (RU),
Писанко Юрий Владимирович (RU),
Янкевич Юрий Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение "Институт прикладной
геофизики имени академика Е.К. Федорова"
(ФГБУ "ИПГ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2112357 C1, 10.06.1998. RU
2422584 C1, 27.06.2011. WO 2010071305 A2,
26.04.2010. US 3456880 A1, 22.07.1969. CN
1451265 A, 29.10.2003.

(54) Способ искусственного регулирования выпадения осадков на контролируемой горной или прилегающей к горам территории

(57) Реферат:

Изобретение относится к области техники, предназначенной для регулирования интенсивности выпадения осадков в горной местности, и может быть использовано для защиты контролируемой территории от засухи на подветренной стороне орографического препятствия и от избыточных осадков на его наветренной стороне. Способ заключается в генерации с помощью беспилотного летательного аппарата в атмосферу электрических зарядов одного знака. Пролеты беспилотного летательного аппарата, генерирующего электрические заряды, осуществляют не менее

чем за 20 мин до прогнозируемого времени начала выпадения осадков, в области восходящего воздушного потока с наветренной стороны орографического препятствия предполагаемой области регулирования осадков. Техническим результатом является создание эффективной технологии искусственного регулирования выпадения осадков на контролируемой горной или прилегающей к горам территории путем модификации восходящих воздушных потоков, формирующих орографические облака. 1 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
A01G 15/00 (2024.01)

(21)(22) Application: **2023128518, 03.11.2023**

(24) Effective date for property rights:
03.11.2023

Registration date:
21.06.2024

Priority:

(22) Date of filing: **03.11.2023**

(45) Date of publication: **21.06.2024** Bull. № 18

Mail address:

**129128, Moskva, ul. Rostokinskaya, 9, FGBU
"IPG", Repinu A.YU.**

(72) Inventor(s):

**Alekseeva Aleksandra Valerevna (RU),
Vasilev Aleksej Sergeevich (RU),
Verkin Yuriy Vladimirovich (RU),
Danelyan Bagrat Grigorevich (RU),
Zinkina Marina Dmitrievna (RU),
Palej Aleksej Alekseevich (RU),
Pertsev Nikolaj Nikolaevich (RU),
Pisanko Yuriy Vladimirovich (RU),
Yankevich Yuriy Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
uchrezhdenie "Institut prikladnoj geofiziki imeni
akademika E.K. Fedorova" (FGBU "IPG") (RU)**

(54) **METHOD FOR ARTIFICIAL REGULATION OF PRECIPITATION ON MONITORED MOUNTAIN OR ADJACENT TO MOUNTAIN TERRITORY**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to equipment for controlling intensity of precipitation in mountainous areas, and can be used for protection of controlled territories from drought on leeward side of orographic obstacle and from excessive precipitation on its windward side. Method consists in generation of electric charges of one sign into the atmosphere by means of unmanned aerial vehicle. Flights of the unmanned aerial vehicle generating electric charges is carried out at least

20 minutes before the predicted time of the beginning of precipitation, in the area of ascending air flow from the windward side of the orographic obstacle of the proposed area of precipitation control.

EFFECT: creation of an effective technology of artificial regulation of precipitation on a monitored mountain or adjacent to the mountain territory by modification of ascending air flows forming orographic clouds.

2 cl

RU 2 821 371 C1

RU 2 821 371 C1

Изобретение относится к области техники, предназначенной для регулирования интенсивности выпадения осадков в горной местности, и может быть использовано для защиты, контролируемой территорий от засухи на подветренной стороне орографического препятствия и от избыточных осадков на его наветренной стороне.

5 Известны способы регулирования интенсивности выпадения осадков, основанные на искусственной конденсации паров воды путем использования специальных веществ (реагентов). См., например, патент RU №2357404, опубликованный 10.06.2009 г.; патент RU №2175185, опубликованный 27.10.2001 г.; патент RU №2061358, опубликованный 10.06.1996 г.; патент США №2160900, опубликованный 06.06.1939 г.; патент США 10 №2934275, опубликованный 26.04.1960 г.; патент США №2527230, опубликованный 24.10.1950 г. Доставка реагентов и их распространения в облачности осуществляется с самолетов (см., например, патент США №2815928, МПК А01G15/00, опубликованный 10.12.1957 г.), с помощью ракет (см., например, авторское свидетельство СССР №576839, МПК А01G 15/00), снарядов (см., например, Российская Федерация, патент №2034444, 15 МПК 6 А01G 15/00, опубликованный 10.05.1995 г.). Данные способы позволяют регулировать выпадение осадков из уже сформированных облаков.

Известны способы электрического воздействия на облака, основанные на доставке в верхние слои атмосферы коронирующих проводов, соединенных с источником высокого напряжения (см., например, авторское свидетельство СССР №71260, МПК 20 А01G 15/00, опубликованное 31.07.1948 г.; патент США №3456880, МПК А01G 15/00, опубликованный 22.07.1969 г.). Основным недостатком описываемого способа и известных устройств является необходимость подъема коронирующих проводов на высоту расположения облака, что предопределяет большие затраты ресурсов и не всегда осуществимо по погодным условиям.

25 Известен способ, заключающийся в обдуве воздушным потоком, формируемым с помощью технических средств, коронирующих электродов, установленных у поверхности земли. Технические решения, которые реализуют известный способ - это способ вызывания дождя (см. авторское свидетельство СССР №29675, МПК А01G 15/ 00, опубликованное в 1948 г.), а также устройство для разрушения тумана (см. 30 опубликованную заявку ФРГ №4005304, МПК E01H 13/00). Описываемый способ способствует распространению ионизированного воздуха, т.е. электрически заряженных частиц вверх, ускоряя тем самым процесс выпадения осадков из уже сформированной облачности.

Известен способ воздействия на облака, заключающийся в генерации электрических 35 зарядов в атмосферу путем подключения к источнику высокого напряжения коронирующих проводов, закрепленных через изоляторы на опорах у поверхности земли, (см. "Журнал геофизических исследований ", Кембридж, Массачусетс, март 1962 г., т.67, стр. 1073-1082). Реализация данного способа предполагает воздействия только на облака, сформированные с подветренной стороны от коронирующих проводов.

40 Известен способ вызывания осадков путем рассеивания в атмосфере на высоте примерно 2000 м с помощью горелки, снабженной топливом и окислителем материалов, способствующих образованию облачных ядер конденсации. См. патент Франции №2097893 по кл. МПК А01G 15/00, F42B13/00. Материалов о практической реализации данного способа в литературе не представлено.

45 Известен способ образования облаков, вызывающих осадки с помощью окрашивания поверхности земли (см. заявку Франции №2440684 по МПК А01. G 15/00). Окрашивание предлагается осуществлять с вертолета с помощью окрашивающих веществ или с помощью формирования искусственно зеленых пространств (площадей). Путем

изменения поглощающей способности различных окрашенных поверхностей в известном методе предлагается обеспечить дополнительный поток солнечной тепловой энергии, нагрев воздуха и создание, таким образом, искусственных восходящих потоков и, как следствие, конденсацию содержащейся в них влаги и образование облаков. Материалов о практической реализации данного способа в литературе не представлено.

Известно устройство для искусственного вызывания дождя с помощью плоских зеркал, см. заявку Франции №23866789 по МПК А01, G 15/00. Располагая зеркала таким образом, что все они отражают солнечные лучи вверх в одном направлении, планируется обеспечить искусственное образование восходящих потоков, конденсации содержащейся в них влаги и образование облаков. Материалов о практической реализации данного способа в литературе не представлено.

Известны устройства для получения облака, предусматривающие создание влажных восходящих потоков воздуха в сочетании с процессом их охлаждения, см. заявки Франции 2489657 и 2490067 по МПК А01, G 15/00. Материалов о практической реализации данного способа в литературе не представлено.

Предлагаются способы формирования восходящих воздушных потоков и искусственного образования облаков, использующие кинетическую энергию возникающего при генерации коронного разряда ионного ветра. См., например, патент РФ №2485763 Ru, опубликованный 27.06.2013 г., бюл. №18. Устройство содержит заземленную электропроводную сетку, прикрепленную к подвешенным на опорах поддерживающим тросам. Сетка прикреплена с зазором относительно соединенных с источником высокого напряжения коронирующих электродов, по поверхности эквидистантной поверхности, образуемой коронирующими электродами. Устройство снабжено скрепленными с коронирующими электродами силовыми тросами. Тросы подвешены на опорах через высоковольтные изоляторы. При установке электропроводной сетки параллельно поверхности земли известное устройство позволяет сформировать ионный ветер, направленный вверх, который в условиях полного штиля и при значительных площадных характеристиках устройства может перерасти в устойчивый восходящий воздушный поток. См, например, <https://www.youtube.com/watch?v=PGGkdaVStXs>. Однако, в естественных условиях, когда дует боковой ветер, происходит отклонение струи ионного ветра и формирование устойчивого восходящего воздушного потока известным способом затруднительно.

В техническом решении, описание которого представлено в патенте на изобретение №2525333 Ru, представлен способ обеспечивающий формирование восходящего воздушного потока путем генерации ионного ветра в движущемся вдоль поверхности земли воздушном потоке с последующим направлением его дальнейшего движения вверх. Известный способ и устройство для формирования восходящего потока позволяют использовать энергию ветрового потока. Что повышает вероятность формирования устойчивого восходящего потока в естественных условиях реальной атмосферы даже при наличии ветра. Для более эффективного формирования облаков генерацию коронного разряда предваряют прохождением воздушного потока над водной поверхностью, образуемой в водоеме, заблаговременно выполненном в области, прилегающей к устройству генерации коронного разряда. См. патент РФ №2679681 Ru. Кроме того, в патенте РФ на изобретение №2633775 во время прохождения воздушных масс над водоемом предлагается производить разрушение поверхностного микрослоя.

Для регулирования выпадения осадков путем повышения эффективности формирования восходящего воздушного потока предлагается целый ряд технических

решений. Так, например, в патенте РФ на изобретение №2648378 Ru в процессе генерации коронного разряда в объем проходящего воздушного потока предлагается добавлять продукты горения аэрозолеобразующего состава. В патенте РФ на изобретение №2648278 Ru в процессе генерации коронного разряда в проходящий воздушный поток предлагается добавлять диоксид серы. А в патенте РФ на изобретение №2647276 Ru предлагается добавлять скипидар.

Известен «Способ изменения погоды в локальных зонах приземной атмосферы», описание которого представлено в патенте РФ на изобретение №2115296 Ru. Известный способ включает создание конвективного облака восходящим током воздуха путем использования потока отрицательных ионов, а также формирование нисходящего тока воздуха на заданном расстоянии от зоны восходящего тока путем введения в атмосферу потока положительных ионов в зону, расположенную по направлению ветра от зоны формирования восходящего тока воздуха во время прохождения над заданной территорией конвективного обмена. Поток положительных ионов вводят в атмосферу в зоне, расположенной на расстоянии 1 - 10 км вдоль земной поверхности от зоны введения в атмосферу отрицательных ионов. Известный способ обеспечивает циркуляцию воздуха -восходящий ток в зоне генерации отрицательных ионов и нисходящий - в зоне генерации положительных ионов, что позволяет использовать предложенный способ для создания осадков. Вместе с тем, данный способ может искусственно сформировать осадки на контролируемой территории, опираясь только лишь на влагосодержание атмосферы воздуха, прилегающей к области контролируемой территории. И в условиях засухи, когда влажность воздуха незначительна, подъем его восходящим потоком в верхние слои атмосферы может и не привести к желаемому результату, эффективному формированию конвективного облака, способного к выпадению осадков. Для снижения же вероятности выпадения осадков на контролируемой территории с помощью известного способа, по всей вероятности, нужно проводить работу по обеспечению выпадения осадков на территории, прилегающей к контролируемой территории с наветренной стороны, что в условиях фронтальной облачности мало эффективно.

Известен способ регулирования выпадения осадков, представленный в статье авторов Harrison et al. Demonstration of a Remotely Piloted Atmospheric Measurement and Charge Release Platform for Geoengineering. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 38, 1, p. 63-75 (DOI: 10.1175/JTECH-D-20-0092.1). В основу известного способа положен способ электрического воздействия на атмосферу. С помощью беспилотного летательного аппарата в известном способе генерируются в атмосферу электрические заряды, которые способствуют активизации процессов конденсации паров воды, и коагуляции капель, что в значительной мере позволяет активизировать процессы модификации погодных условий. Вместе с тем, известный способ позволяет генерировать в атмосферу одновременно положительные и отрицательные заряды. Что не позволяет сформировать в атмосфере искусственные электрические поля и ограничивает эффективность воздействия известного устройства на атмосферные процессы.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому относится способ искусственного воздействия на атмосферу с использованием закрепленного на беспилотном летательном аппарате устройства генерации электрических зарядов в атмосферу, описание которого представлено в патенте РФ на изобретение № 2763511 Ru. Известный способ позволяет формировать в атмосфере объемный электрический заряд одного знака полярности путем перемещения в атмосфере с помощью беспилотного летательного аппарата устройства генерирующего в атмосферу униполярные электрические заряды. Расширяются возможности искусственного

воздействия на атмосферные процессы, в том числе и за счет инициирования процессов конденсации содержащихся в воздухе паров воды с выделением теплоты парообразования и использования энергии, искусственно формируемых электрических полей. Вместе с тем, реализация данного способа без анализа и учета данных о реально сложившейся в области предполагаемого воздействия полной метеорологической информации затруднительна.

Целью предполагаемого изобретения является создание эффективной и экономически выгодной технологии искусственного регулирования выпадения осадков на контролируемой горной или прилегающей к горам территории путем модификации восходящих воздушных потоков, формирующих орографические облака.

Для достижения заявленной цели, искусственное регулирование выпадения осадков на контролируемой горной или прилегающей к горам территории осуществляют путем генерации с помощью беспилотного летательного аппарата в атмосферу электрических зарядов одного знака, причем пролеты беспилотного летательного аппарата, генерирующего электрические заряды, осуществляют не менее чем за 20 минут до прогнозируемого времени начала выпадения осадков, в области восходящего воздушного потока с наветренной стороны орографического препятствия предполагаемой области регулирования осадков;

пролеты беспилотного летательного аппарата предваряют анализом метеорологических данных и прогноза погоды в пространственной и временной области предполагаемого регулирования осадков.

Технический результат достигается за счет того, что, в обтекающем орографическое препятствие с наветренной его стороны восходящем воздушном потоке осуществляется перезасев формируемого облака дополнительными облачными ядрами конденсации. Перезасев осуществляется путем генерации в восходящий воздушный поток электрических зарядов. Электрические заряды повышают конденсационную активность содержащихся в атмосфере мелкодисперсных аэрозолей, которые вследствие своих малых размеров в обычных условиях не могли конденсировать на своей поверхности влагу. Кроме того, электрические заряды инициируют процессы образования в атмосфере восходящего воздушного потока дополнительных, так называемых вторичных аэрозолей, которые в процессе своей эволюции также становятся облачными ядрами конденсации. Дополнительные мелкодисперсные облачные ядра конденсации конденсируют на своей поверхности содержащуюся в восходящем потоке влагу и препятствуют переходу ее на уже сформированные капли.

Процесс роста, образуемых с наветренной стороны орографического препятствия облака капель, замедляется. Капли не укрупняются до размеров, способствующих их коагуляционному росту.

Снижается активность роста капель, до размеров, достаточных для их выпадения на землю в виде капель дождя.

Дождь из образуемого облака с наветренной стороны не выпадает, и содержащаяся в восходящем воздушном потоке влага перетекает через орографическое препятствие на его подветренную сторону. Таким образом, мелкодисперсные капли, образуемые в восходящем воздушном потоке с наветренной стороны орографического препятствия, переносятся ветровым потоком, обтекающим орографическое препятствие, из его наветренной стороны на подветренную сторону. Сокращается вероятность выпадения осадков на переувлажненной наветренной стороне орографического препятствия и увеличивается вероятность их выпадения на засушливой его подветренной стороне.

Реализация предлагаемого технического решения осуществляется следующим

образом.

В области, прилегающей к планируемой территории регулирования осадков горного района местности, располагают базу дислокации беспилотных летательных аппаратов с аппаратурой сбора и анализа метеорологической информации. На основе анализа метеорологических данных формируют прогноз погоды в пространственной и временной области контролируемой территории, на которой предполагается проведение работ по регулированию осадков. При получении информации о вероятных нежелательных дождевых осадках на наветренной стороне орографического препятствия принимается решение о проведении работ по регулированию осадков. Заблаговременно, примерно, не менее чем за 20 минут до прогнозируемого момента времени выпадения осадков, в область пространства восходящего воздушного потока направляется беспилотный летательный аппарат с устройством генерации в атмосферу электрических зарядов одного знака. Траектории пролета беспилотного летательного аппарата выбирают исходя из возможностей полета летательного аппарата в областях, где скорость восходящего воздушного потока по метеорологическим данным максимальна. При этом учитываются конкретные орографические условия местности.

Путем генерации в атмосферу электрических зарядов вдоль траектории за летательным аппаратом формируется струя избыточного электрического заряда. В данной струе электрические заряды заряжают электрическим зарядом содержащиеся в воздухе мелкодисперсные аэрозоли и инициируют их конденсационную активность (см., например, Лапшин В.Б., Палей А.А., Балышев А.В., Болдырев И.А., Дубцов С.Н., Толпыгин Л.И. Эволюция аэрозолей нанометрового диапазона в сухой и увлажненной газовой среде при воздействии коронного разряда. Журнал Оптика атмосферы и океана, том 23, 2011, №11, стр. 997-1001). Иницируются процессы образования новых аэрозольных частиц (см., например, Морозов В.Н., Палей А.А., Писанко Ю.В. «Роль ионизации в образовании и эволюции субмикронных аэрозольных частиц». Оптика атмосферы и океана, 33, №5 (2020), с. 368-382. doi:10.15372/AOO20200506; М. А. Васильева, С.Н. Дубцов, Н. В. Жохова, А. А. Палей, Ю. В. Писанко, Л. И. Толпыгин. Оценка уровня концентрации аэрозольных частиц у автомобильной дороги и ЛЭП в сравнении с фоновыми показателями субмикронных частиц естественной атмосферы. Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, Выпуск 580. Санкт-Петербург, 2016, стр. 99-109). Процесс формирования новых аэрозольных частиц может быть усилен путем добавления в струю генерируемого потока электрических зарядов специальных конверсионных газов (аммиак, диоксид серы, скипидар). См., например, патенты РФ №2595015 Ru, №2647276 Ru, №2647278 Ru.

Вновь формируемые аэрозольные частицы эволюционируют и укрупняются до размеров, способных конденсировать на своей поверхности влагу (см., например, Н. П. Романов, А. В. Алексеева, М. А. Васильева, С.Н. Дубцов, В. Н. Иванов, О. И. Озолс. А. А. Палей, Ю. В. Писанко, Д. Г. Сахибгареев. Образование новых аэрозольных частиц и их эволюция в отфильтрованном атмосферном воздухе: результаты экспериментов в Большой аэрозольной камере ФГБУ НПО «Тайфун». Журнал Оптика атмосферы и океана, 36, №8 (2023), стр. 656-661. DOI: 10.15372/AOO20230805).

В формируемой беспилотным летательным аппаратом струе образуются дополнительные центры конденсации, которые собирают на своей поверхности содержащуюся в восходящем воздушном потоке влагу. Данная струя восходящим воздушным потоком поднимается вверх. Помимо естественных облачных центров конденсации восходящий поток насыщается дополнительными центрами конденсации. Происходит перезасев образуемого облака в восходящем потоке. Содержащаяся в

восходящем воздушном потоке влага вынуждена распределяться уже среди
значительного количества облачных ядер конденсации. Дополнительные
мелкодисперсные облачные ядра конденсации препятствуют переходу содержащейся
в восходящем потоке влаги на крупные капли, снижают активность их роста. Известно,
5 что если в облаке образовались капли диаметром более 100 микрон, то они могут
вырасти в дождевые капли диаметром 1 мм за 15-20 минут. В облаках же с множеством
маленьких капель рост капель путем их слияния происходит слабее. См., например,
<http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z00000070/st028.shtml>. Генерируя в восходящий поток
электрические заряды за 20 минут до прогнозируемого выпадения осадков, в восходящем
10 потоке инициируются процессы образования множества мелких капель. Снижается
вероятность образования крупных капель, способных к коагуляции и росту капель до
размеров, способствующих их гравитационному выпадению в виде дождя. Содержащаяся
в восходящем воздушном потоке влага перетекает через орографическое препятствие
на его подветренную сторону. Мелкодисперсные капли, образуемые с наветренной
15 стороны орографического препятствия в восходящем воздушном потоке, переносятся
ветровым потоком, обтекающим орографическое препятствие, из его наветренной
стороны на подветренную сторону. Сокращается вероятность выпадения осадков на
переувлажненной наветренной стороне орографического препятствия и увеличивается
вероятность их выпадения на засушливой его подветренной стороне, что обеспечивает
20 достижение цели предполагаемого изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Способ искусственного регулирования выпадения осадков на контролируемой
горной или прилегающей к горам территории, заключающийся в генерации с помощью
25 беспилотного летательного аппарата в атмосферу электрических зарядов одного знака,
причем пролеты беспилотного летательного аппарата, генерирующего электрические
заряды, осуществляют не менее чем за 20 мин до прогнозируемого времени начала
выпадения осадков, в области восходящего воздушного потока с наветренной стороны
орографического препятствия предполагаемой области регулирования осадков.
- 30 2. Способ по п. 1, заключающийся в том, что пролеты беспилотного летательного
аппарата предваряют анализом метеорологических данных и прогноза погоды в
пространственной и временной области предполагаемого регулирования осадков.

35

40

45