



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013126406/11, 07.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.06.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.06.2013

(45) Опубликовано: 27.08.2014 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2175139 C1, 20.10.2001. RU 2099735 C1, 20.12.1997; . RU 2439611 C1, 10.01.2012. RU 2059280 C1, 27.04.1996; . UA 0010887 A, 25.12.1996. US 5343203 A, 30.08.1994; . US 20100225529 A1, 09.09.2010; . WO 2006087421 A2, 24.08.2006. WO 2005017553 A, 24.02.2005

Адрес для переписки:

400062, г.Волгоград, пр-кт Университетский,
100, ВолГУ, ведущий специалист Цельник
Галина Львовна

(72) Автор(ы):

Захарченко Владимир Дмитриевич (RU),
Коваленко Илья Геннадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Волгоградский государственный
университет" (RU),
Захарченко Владимир Дмитриевич (RU),
Коваленко Илья Геннадьевич (RU)

(54) СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УГРОЗЫ ДЛЯ ПЛАНЕТЫ ПУТЕМ ОЦЕНКИ РАЗМЕРОВ ПАССИВНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиолокации пассивных космических объектов (КО), например крупных метеоритов и астероидов (размерами более десяти метров), которые могут представлять опасность при столкновении с Землей. Способ включает радиолокационное зондирование КО, вращающегося в процессе полета, периодической последовательностью высокоразрешающих радиосигналов наносекундной длительности. Число этих импульсов соответствует числу ракурсов КО за период его вращения, максимальный из всех периодов вращения КО вокруг его осей. Этот период определяется по повторяемости

радиолокационных портретов (РЛП), дающих разрешение по дальности, равное одной десятой минимального размера КО. При этом производят многократное измерение длительности РЛП освещенной части КО. По этой длительности далее производят оценку среднего радиуса КО по половине усредненной пространственной длины сигнала РЛП и линейного размера по удвоенной величине среднего радиуса. Технический результат изобретения состоит в обеспечении достаточной точности оценки размеров пассивных КО для того, чтобы при необходимости активировать орбитальные средства космической защиты. 1 ил.

RU 2 527 252 C1

RU 2 527 252 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 527 252**⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.
B64G 3/00 (2006.01)
G01S 13/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013126406/11, 07.06.2013

(24) Effective date for property rights:
07.06.2013

Priority:

(22) Date of filing: 07.06.2013

(45) Date of publication: 27.08.2014 Bull. № 24

Mail address:

400062, g.Volgograd, pr-kt Universitetskij, 100,
VolGU, vedushchij spetsialist Tsel'nik Galina
L'vovna

(72) Inventor(s):

Zakharchenko Vladimir Dmitrievich (RU),
Kovalenko Il'ja Gennad'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Volgogradskij
gosudarstvennyj universitet" (RU),
Zakharchenko Vladimir Dmitrievich (RU),
Kovalenko Il'ja Gennad'evich (RU)

(54) **METHOD OF AVERTING THREAT TO PLANET BY ESTIMATING DIMENSIONS OF PASSIVE SPACE OBJECTS**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: invention relates to radar location of passive space objects, e.g. large meteorites and asteroids (measuring more than a hundred metres) which may pose a danger upon collision with the Earth. The method includes radar probing a space object which is rotating during flight with a periodic sequence of high-resolution radio signals with a nanosecond duration. The number of said pulses matches the number of views of the space object in one period of rotation thereof, which is the longest among all periods of rotation of the space object about its axis. This period is determined from the repetition of radar portraits which yield range

resolution equal to one tenth of the minimum dimension of the space object. Multiple measurements of the duration of the radar portrait of the illuminated part of the space object are taken. Said duration is then used to estimate the mean radius of the space object at half the averaged spatial length of the signal of the radar portrait and the linear dimension at double the value of the mean radius.

EFFECT: providing sufficient accuracy of estimating dimensions of passive space objects so as to activate orbital space protection means if necessary.

1 dwg

RU 2 527 252 C 1

RU 2 527 252 C 1

Изобретение относится к области радиолокации пассивных космических объектов (крупных метеоритов и астероидов) и может быть использовано при осуществлении радиолокационного обзора околоземного пространства с целью выделения космических объектов, представляющих опасность при столкновении с Землей.

5 Известен аналог по защите от астероидно-кометной опасности, провоцирующий разработку систем космической защиты [1]. Недостатком аналога является отсутствие оценки размеров пассивных космических объектов, исключающее возможность их селекции по степени опасности.

10 Известен также аналог оценки астероидно-кометной опасности [2], согласно которому космические тела размером менее 10 м обычно до поверхности Земли не долетают, сгорая в атмосфере, и опасности для планеты и населения не представляют. Недостатком известного аналога является то, что тела размером в несколько десятков метров, сгорая, способны взрываться и создавать серьезные разрушения, а объекты размером в сотни и более метров приводят к региональным, либо к глобальным катастрофам. При этом
15 именно тела размером 50-100 метров представляют наибольшую опасность для человечества на характерном времени его существования, поскольку вероятность их столкновения с Землей выше, чем у более крупных тел, и их среднее разрушительное воздействие максимально. Таким образом, вопросы оценки размеров космических тел, пересекающих орбиту Земли, актуальны уже в настоящее время и интерес к ним по
20 мере развития техники будет только возрастать.

Из уровня техники известен способ определения геометрических характеристик (например, диаметров) небесных тел оптической системой по их угловым размерам [3]. Недостатком оптических способов является то, что погрешность оценки линейных
25 размеров астероидов по угловым размерам небесных тел растет пропорционально расстоянию до измеряемого объекта. Кроме того, все оптические способы при наземном базировании подвержены зависимости от состояния оптической прозрачности и турбулентности в атмосфере.

Этих недостатков лишены способы радиолокационного зондирования космического пространства, разрешение которых вдоль линии визирования определяется свойствами
30 используемых сигналов и не зависит от расстояния до объекта.

Наиболее близким к предлагаемому способу по технической сути является способ радиолокации пассивных космических объектов [4], традиционно использующий узкополосные радиолокационные сигналы. Однако использование указанного способа
35 не позволяет произвести оценку линейных размеров космических объектов с необходимой точностью, ввиду недостаточного разрешения при использовании узкополосных радиосигналов.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является повышение точности оценки линейных размеров пассивных космических объектов размером более 10 метров, представляющих угрозу для планеты и ее населения.

40 Указанная задача решается за счет того, что для оценки размеров астероида используются высокоразрешающие сигналы. В радиолокации высокоразрешающими называют сигналы с большой абсолютной шириной спектра Δf и с высокой средней частотой f_0 , имеющие большую разрешающую способность по дальности $\Delta r \approx 2c/\Delta f \ll a$, где c - скорость света, a - характерные размеры объекта, отражающего сигнал [5]. При
45 этом величина $c\tau_u$, где τ_u - длительность сигнала, имеет смысл пространственной длины сигнала.

Эти сигналы позволяют получить радиолокационный портрет объекта - отклик $x(t)$

на высокоразрешающий сигнал, который определяется радиальным размером r_k освещенной части объекта (см. фиг.1). Для радиального размера ~ 5 м необходимо обеспечить разрешающую способность по дальности $\Delta r \sim 0.5$ м, что соответствует длительности импульса (ширине автокорреляционной функции) ~ 3.5 нс.

Известно, что характерной особенностью пассивных космических объектов является их вращение из-за отсутствия сопротивления воздуха [4, 6, 7]. Поверхности объекта, отражающие зондирующий сигнал в процессе радиолокации, меняют свое взаимное положение при вращении астероида. Измеряя длительность $\tau_k = 2r_k/c$ радиолокационного портрета $x(t)$ при различных ракурсах, возникающих при вращении, и усредняя результаты измерений, можно довольно точно оценить средний радиус космического объекта (величину \tilde{r})

$$\tilde{r} \approx \frac{c}{2} \cdot \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \tau_k, \quad (1)$$

где τ_k - длительность радиолокационного портрета при k -м измерении, N - число измерений, c - скорость света. При периодическом зондировании число N следует выбирать из условия $N = T_V F$, где T_V - период вращения астероида ($\sim 10-100$ мин), определяемый по повторяемости радиолокационного портрета, F - частота повторения зондирующего сигнала, выбираемая таким образом, чтобы число измерений составляло величину $N > 100-1000$. При наличии нескольких осей вращения следует учитывать самый большой из периодов T_V .

Способ предотвращения угрозы для планеты путем оценки размеров пассивных космических объектов состоит в следующем.

Производится зондирование космического объекта периодической последовательностью высокоразрешающих радиосигналов наносекундной длительности, обеспечивающих разрешение по дальности одной десятой части минимального размера объекта. По принятой последовательности отраженных сигналов (радиолокационных портретов) выбирается число N , определяемое по повторяемости радиолокационных портретов, и соответствующее числу ракурсов объекта за период его вращения T_V , либо за самый большой из периодов при вращении объекта по нескольким осям. При этом производится многократное измерение длительности радиолокационных портретов τ_k ($k=1, 2, \dots, N$) освещенной части космического объекта, длительности τ_k отраженного сигнала - радиолокационного портрета освещенной части объекта. Затем измеренные значения τ_k усредняются по числу измерений

$$\langle \tau_k \rangle = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \tau_k$$

и производится оценка среднего радиуса объекта по половине усредненной пространственной длины сигнала радиолокационного портрета $\tilde{r} \approx 0.5c \langle \tau_k \rangle$ и линейного размера $L \approx 2\tilde{r}$.

Таким образом, использование предлагаемого способа позволяет оценить размеры пассивных космических объектов с достаточной точностью и, при необходимости, активировать орбитальные средства космической защиты.

Источники информации

1. Способ отражения атаки из космоса / Болотин Н.Б. - Патент РФ №2302605 от 10.07.2007.

2. Б.М.Шустов, Л.В.Рыхлова. Астероидно-кометная опасность: научные, технические и организационные аспекты. Секция " Солнечная система" Совета РАН по космосу.

http://stp.cosmos.ru/index.php?id=1304&tx_ttnews%5btt_news%5d=581&cHash=59aae60531287d16da6641bf2e7259ba

5 3. Способ определения геометрических характеристик объекта многоапертурной оптической системой / Бакут П.А.; Плотников И.П.; Рожков И.А.; Ряхин А.Д.; Свиридов К.Н. - Патент РФ №2059280 от 27.04.1996.

4. Способ радиолокации пассивных космических объектов / Атнашев А.Б., Землянов А.Б., Атнашев Д.А., Бойков К.Б., Докукин В.Ф. Патент РФ №2175139 от 20.10.2001
10 (прототип).

5. Лазоренко О.В., Черногор Л.Ф. Сверхширокополосные сигналы и физические процессы. Основные понятия, модели и методы описания // Радиофизика и радиоастрономия, 2008, т.13, №2. - С.166-194.

6. Pravec P., Harris A.W., Michalowski T. Asteroid Rotations // Bottke W.F., Cellino A., et al. (eds.) Asteroids III. 2002, University of Arizona Press, Tucson - P.113-122.
15

7. Ostro S.J. Radar observations of Earth-approaching asteroids // Engineering & Science, 1997, V.60, No.2 - P.14-23.

Формула изобретения

20 Способ предотвращения угрозы для планеты путем оценки размеров пассивных космических объектов размером более десяти метров в диаметре, вращающихся в процессе полета, включающий радиолокационное зондирование космического объекта, отличающийся тем, что зондирование космического объекта производят периодической
25 последовательностью высокоразрешающих радиосигналов наносекундной длительности числом N, которое соответствует числу ракурсов объекта за период его вращения, максимальный из периодов вращения по осям объекта, который определяют по повторяемости радиолокационных портретов, обеспечивающих разрешение по дальности, равное одной десятой части минимального размера объекта, причем производят многократное измерение длительности радиолокационного портрета
30 освещенной части объекта, затем по измеренным значениям длительности радиолокационного портрета производят оценку среднего радиуса объекта по половине усредненной пространственной длины сигнала радиолокационного портрета и линейного размера объекта по удвоенной величине среднего радиуса.

35

40

45

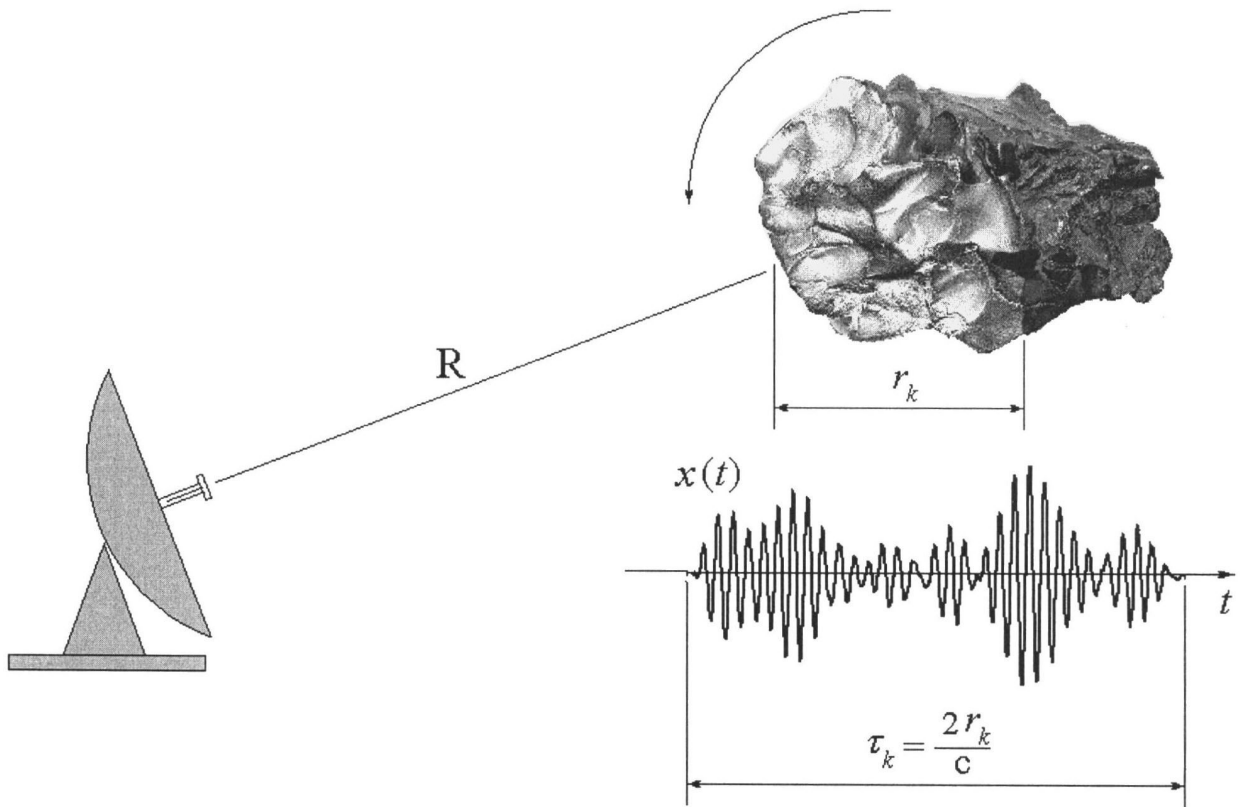


Схема формирования радиолокационного портрета объекта
Фиг. 1