



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014152770/07, 24.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.12.2014

(43) Дата публикации заявки: 20.07.2016 Бюл. № 20

(45) Опубликовано: 10.08.2016 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Gomez-Enri J., Gommenginger C.P., Srokosz M.A., Challenor P.G., Benveniste J. Measuring global ocean wave skewness by retracking RA-2 Envisat waveforms // J. of Atmospheric and Oceanic Technology. - 2007. - Vol. 24. - P. 1102-1116 . EA 200701744 A1, 28.12.2007. RU 2145737 C1, 20.02.2000. US 4544926 A, 01.10.1985. CN 1996766 A, 11.07.2007.

Адрес для переписки:

299011, г.Севастополь, ул. Капитанская, 2,
ФГБУН МГИ

(72) Автор(ы):

Запевалов Александр Сергеевич (RU),
Пустовойтенко Владимир Владимирович
(RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки "Морской
гидрофизический институт РАН" (RU)

(54) СПОСОБ ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области океанологических измерений и преимущественно может быть использовано для контроля состояния поверхности океана. Достижимый технический результат - повышение точности определения асимметрии распределения возвышений морской поверхности. Указанный результат достигается за счет того, что формируют короткие радиоимпульсы постоянной длительности и зондируют ими морскую поверхность в надир, регистрируют отраженные

радиоимпульсы и получают осредненную форму отраженного радиоимпульса, при этом в промежутках между регистрацией отраженных радиоимпульсов определяют собственный аппаратный шум, затем определяют уточненную форму отраженного радиоимпульса, для чего из регистрируемого сигнала вычитают шум. По уточненной осредненной форме отраженного радиоимпульса рассчитывают асимметрию распределения возвышений морской поверхности.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2014152770/07, 24.12.2014**

(24) Effective date for property rights:
24.12.2014

Priority:

(22) Date of filing: **24.12.2014**

(43) Application published: **20.07.2016** Bull. № 20

(45) Date of publication: **10.08.2016** Bull. № 22

Mail address:

**299011, g.Sevastopol, ul. Kapitanskaja, 2, FGBUN
MGI**

(72) Inventor(s):

**Zapevalov Aleksandr Sergeevich (RU),
Pustovojtenko Vladimir Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
uchrezhdenie nauki "Morskoj gidrofizicheskij
institut RAN" (RU)**

(54) METHOD FOR REMOTE DETERMINATION OF SEA SURFACE CHARACTERISTICS

(57) Abstract:

FIELD: measurement technology.

SUBSTANCE: invention relates to field of oceanological measurements and may be used for monitoring state of ocean surface. Short constant-duration radio pulsed are generated and probing thereby sea surface, recording reflected radio pulses and produced averaged shape of reflected radio pulse, at that in gaps between registration of reflected radio

pulses own hardware noise is determined, then precise shape of reflected radio pulse is determined, for which noise is subtracted from recorded signal. By specified average form of reflected radio pulse asymmetry distribution of elevated sea surface is calculated.

EFFECT: higher accuracy of determination of sea surface elevation distribution asymmetry.

1 cl

C 2
4 8 4
3 3 8 4
2 5 9 3 3 8 4
R U

R U
2 5 9 3 3 8 4
C 2

Изобретение относится к области океанологических измерений и преимущественно может быть использовано для контроля состояния поверхности океана.

В настоящее время основной поток информации о процессах, протекающих в толще Мирового океана и на его поверхности, поступает с приборов для дистанционного зондирования, установленных на космических аппаратах (КА). В том числе поступает информация о рельефе морской поверхности вдоль трассы КА, по которому рассчитывается поле течений [1]. На точность определения рельефа морской поверхности влияют изменения распределения возвышений морской поверхности, создаваемые ветровыми волнами и зыбью, в первую очередь изменения его асимметрии [2]. Изменения асимметрии также ограничивают предельную точность альтиметрического определения скорости приводного ветра [3].

Физической основой предложенного способа дистанционного определения характеристик морской поверхности является следующее. Отраженный радиопульс $V(t)$ можно описать сверткой двух функций [4]

$$V(t)=f_1*f_2,$$

где t - время;

функция f_1 определяется характеристиками альтиметра;

функция f_2 определяется характеристиками морской поверхности;

* - символ, обозначающий свертку.

Зависимость формы отраженного радиосигнала от функции f_2 создает принципиальную возможность определения статистических характеристик взволнованной морской поверхности по данным измерений радиолокатором, установленным на космическом аппарате.

Известен способ [5] определения значимой высоты морских волн с помощью радиолокационного альтиметра, установленного на борту космического аппарата, согласно которому осуществляют зондирование поверхности моря короткими импульсами длительностью порядка нескольких наносекунд. Сходными с признаками заявленного технического решения являются такие признаки аналога: формирование коротких радиопульсов постоянной длительности, облучение морской поверхности, регистрация отраженных радиопульсов и построение по ним осредненной формы отраженного радиопульса. Недостатком аналога является то обстоятельство, что в процессе измерений определяется только одна характеристика морских волн - значимая высота волн, что ограничивает область океанографического применения данного способа.

Наиболее близким к изобретению по совокупности признаков и поэтому выбранным в качестве прототипа является дистанционный способ [6] определения характеристик морской поверхности, позволяющий определять асимметрию распределения возвышений поверхности. Способ основан на использовании характеристик радиосигнала, получаемого при зондировании поверхности моря в надир с помощью радиолокатора, установленного на борту космического аппарата.

Такие признаки прототипа, как формирование коротких радиопульсов постоянной длительности, зондирование этими импульсами морской поверхности в надир, регистрирование отраженных радиопульсов и определение распределения возвышений морской поверхности по осредненной форме отраженного радиопульса, являются сходными с существенными признаками заявленного технического решения.

Недостатком прототипа является низкая точность определения характеристики распределения возвышений морской поверхности - асимметрии. Этот недостаток

является следствием того, что асимметрия определяется по изменению наклонов переднего фронта отраженного радиоимпульса в пределах некоторых «ворот». Такой способ расчета исключает или существенно снижает вклад отражений от гребней наиболее высоких волн, что приводит к искажению оценок асимметрии распределения
5 возвышений морской поверхности [4].

В основу изобретения поставлена задача создания способа дистанционного определения характеристик морской поверхности, в котором за счет того, что учитывается особенность формирования отраженного радиоимпульса, достигается
10 технический результат - повышение точности определения асимметрии распределения возвышений морской поверхности. Это достигается путем исключения влияния собственных шумов аппаратуры и получения уточненной осредненной формы отраженного радиоимпульса, что позволяет рассчитывать распределение возвышений морской поверхности по всему отраженному радиоимпульсу, тем самым, учитывая
15 отражения от гребней и впадин самых высоких волн, что повышает точность определения характеристик морской поверхности.

Поставленная задача решается тем, что в способе дистанционного определения характеристик морской поверхности, который заключается в том, что формируют короткие радиоимпульсы постоянной длительности, зондируют ими морскую
20 поверхность в надир, регистрируют отраженные радиоимпульсы и по осредненной форме отраженного радиоимпульса определяют асимметрию распределения возвышений морской поверхности, новым является то, что в промежутках между регистрацией отраженных радиоимпульсов определяют собственный аппаратный шум, вычитают этот шум из осредненной формы отраженного радиоимпульса и получают уточненную
25 осредненную форму отраженного радиоимпульса, по которой рассчитывают асимметрию распределения возвышений морской поверхности - или решая интегральное уравнение $V(t)=f_1*f_2$, или путем численного моделирования, подбирая параметры распределения возвышений морской поверхности.

Для реализации предложенного способа могут быть использованы альтиметры, установленные на океанографических спутниках.

30 Способ осуществляют следующим образом.

С помощью радиолокатора, расположенного на космическом аппарате, формируют короткие радиоимпульсы постоянной длительности (порядка одной наносекунды), облучают морскую поверхность в надир и регистрируют отраженные радиоимпульсы. В интервалы времени между регистрацией импульсов определяют уровень собственных
35 аппаратных шумов. Далее определяется уточненная форма отраженного радиоимпульса, для чего из регистрируемого сигнала вычитают шум. Затем по уточненной средней форме отраженного радиоимпульса рассчитывается функция $f_2(t)$. Расчет проводится с помощью интегрального уравнения $V(t)=f_1*f_2$ или путем численной
40 аппроксимации с помощью метода наименьших квадратов. В последнем случае решение представляется в виде Эджвортовой формы типа А рядов Грама-Шарлье [7, 8].

Использованные источники информации

1. Пустовойтенко В.В., Запевалов А.С. Оперативная океанография: Спутниковая альтиметрия - Современное состояние, перспективы и проблемы / Серия Современные
45 проблемы океанологии. - Севастополь, «ЭКОСИ-Гидрофизика» - 2012. - Вып. 11. - 217 с.

2. Запевалов А.С. Влияние асимметрии и эксцесса распределения возвышений взволнованной морской поверхности на точность альтиметрических измерений ее

уровня // Изв. РАН. Серия физика атмосферы и океана. - 2012. - том 48, №2. - С. 224-231.

3. Запевалов А.С., Показеев К.В., Пустовойтенко В.В. О предельной точности альтиметрического определения скорости приводного ветра // Исследования Земли из космоса. - 2006. - №3. - С. 49-54.

4. Запевалов А.С., Пустовойтенко В.В. К вопросу определения асимметрии распределения возвышений морской поверхности по данным альтиметрических измерений // Исследования Земли из космоса. - 2012. - №5. С. 12-21.

5. Walsh E.J., Uliana E.A., Yaplee B.S. Ocean wave heights measured by a high resolution pulse-limited radar altimeter // Boundary-Layer Meteorology. - 1978. - Vol. 13. - P. 263-276.

6. Gomez-Enri J., Gommenginger C.P., Srokosz M.A., Challenor P.G., Benveniste J. Measuring global ocean wave skewness by retracking RA-2 Envisat waveforms // J. of Atmospheric and Oceanic Technology. - 2007. - Vol. 24. - P. 1102-1116 - прототип.

7. Запевалов А.С., Большаков А.Н., Смолов В.Е. Моделирование плотности вероятностей возвышений морской поверхности с помощью рядов Грама-Шарлье // Океанология. - 2011. - Том 51, №. 3. - С. 432-439.

8. Запевалов А.С. Старшие кумулянты возвышений морской поверхности // Метеорология и гидрология. - 2011. - №9. - С 78-85.

Формула изобретения

Способ дистанционного определения характеристик морской поверхности, заключающийся в том, что формируют короткие радиоимпульсы постоянной длительности, зондируют ими морскую поверхность в надир, регистрируют отраженные радиоимпульсы и по осредненной форме отраженного радиоимпульса определяют асимметрию распределения возвышений морской поверхности, отличающийся тем, что в промежутках между регистрацией отраженных радиоимпульсов определяют собственный аппаратный шум, вычитают шум из осредненной формы отраженного радиоимпульса и получают уточненную осредненную форму отраженного радиоимпульса, по которой рассчитывают асимметрию распределения возвышений морской поверхности.