



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.04.30(51) Int. Cl. G01V 9/00 (2006.01)
G01V 1/00 (2006.01)
G01W 1/00 (2006.01)
G01W 1/17 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2019.10.04

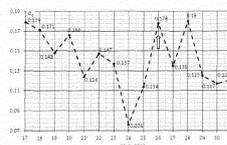
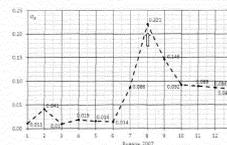
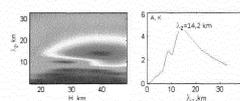
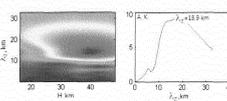
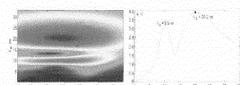
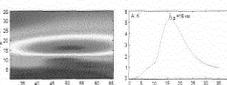
(54) СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН В АТМОСФЕРЕ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОНАХ, КАК ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

(96) ЕАПВ/KG/201900004 (KG) 2019.10.04

(72) Изобретатель:

(71) Заявитель:
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ
СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(KG)Нифадьев Владимир Иванович, Чен
Борис Борисович (KG), Адушкин
Виталий Васильевич, Попель Сергей
Викторович (RU), Когай Георгий
Андреевич (KG)

(57) Изобретение относится к сейсмологии, а именно к идентификации внутренних гравитационных волн в атмосфере, генерируемых в сейсмически активных зонах, как предвестников землетрясений, по данным дистанционных методов измерения, и может найти применение при создании национальной системы контроля особо опасных геофизических природных явлений. Сущность изобретения: производят дистанционное зондирование распределения плотности (температуры) атмосферы по вертикали над пунктом наблюдения, при этом регистрируют вертикальное распределение флуктуации температуры. Полученное распределение обрабатывается по специальной программе, выявляющей волнообразные колебания флуктуации температуры как индуцированной волны и характеристики самой волны. Достоверность идентификации физической природы процесса достигается в случае подтверждения двух его существенных признаков: 1) значения относительной пороговой амплитуды волны должны подчиняться соотношению $1 > a = a_c > 0$; 2) вертикальные длины волн должны быть более 12 км. Технические результаты: создание способа повышения достоверности идентификации физической природы процесса посредством определения его существенных признаков и расширение ряда предвестников землетрясения.

1. Узбекистан, 26 мая 2013
года в 06:08:15.9 UTC2. Киргизия, 08 января
2007 г. в 17:21:49.9 UTC3. Узбекистан, Булдуноур,
26 мая 2013 г.4. Киргизия,
08 января 2007г.5. Казахстан, Кегень,
25 января 2013 г.6. Киргизия, Чаек,
12 июля 2015 г.

СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН В АТМОСФЕРЕ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОНАХ, КАК ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Изобретение относится к сейсмологии, а именно к идентификации внутренних гравитационных волн в атмосфере, генерируемых в сейсмически активных зонах, как предвестников землетрясений, по данным дистанционных методов измерения, и может найти применение при создании национальной системы контроля особо опасных геофизических природных явлений.

В соответствии с современными представлениями, одним из основных свойств атмосферы Земли является присутствие на всех ее высотных уровнях ансамбля внутренних гравитационных волн (далее ВГВ), распространяющихся из тропосферы в вышележащие слои атмосферы.

Установлено, что в системе литосфера-атмосфера в сейсмически активных регионах существуют благоприятные возможности для преимущественной генерации ВГВ, которые можно рассматривать в качестве механизма литосферно-атмосферных связей. И на стадии подготовки землетрясения в таких регионах сами волны могут генерироваться преимущественно в результате выхода литосферных газов в приземную атмосферу [см., например, *Гохберг М.Б., Шалимов С.Л. Литосферно-ионосферная связь и ее моделирование // Российский журнал наук о Земле. Том 2, №2, с. 95-108, Апрель 2000*].

Именно дегазация верхних слоев мантии Земли в виде восходящего под большим давлением потока газов: водорода, гелия, метана, радона, сопровождаемая накачкой земной коры дополнительной энергией, является, в первую очередь, причиной землетрясений. А накачка любой системы дополнительной энергией приводит к возникновению колебательного процесса, в данном случае сверхнизкочастотных (10^{-3} Гц) литосферных волн, распространяющихся от очага подготавливаемого землетрясения [см.,

например, Научное открытие №365 «Явление раскачки очага землетрясения перед сейсмическим ударом», Бюллетень, Научные открытия, 2009 г., РАЕН, М. - Санкт-Петербург, стр.66-68].

К настоящему времени существуют описания дистанционных методов обнаружения ВГВ в атмосфере [например, *Коршунов В.А.* Определение параметров волновых возмущений средней атмосферы по данным лидарных измерений// Оптика атмосферы и океана. 28. № 11. С.993-1002. 2015, *Vladimir N. Gubenko, Alexander G. Pavelyev and Vitali E. Andreev.* Determination of the intrinsic frequency and other wave parameters from a single vertical temperature or density profile measurement // Journal of Geophysical Research, Vol. 113, D08109, doi:10.1029/2007JD008920, 2008]. Так, в работе [*Коршунов В.А.* Определение параметров волновых возмущений средней атмосферы по данным лидарных измерений// Оптика атмосферы и океана. 28. № 11. С.993-1002. 2015]. Определение волновых возмущений (далее ВВ) в средней атмосфере и их параметров проводится по результатам восстановления температуры лидарным методом путем идентификации ВВ по относительным флуктуациям температуры, которые выделяются на фоне среднего профиля использованием сглаживающего сплайна.

При этом, как показывают экспериментальные данные, во многих случаях вертикальные профили температуры, полученные различными методами (лидар, ракеты, радиозонды, радиолокация), показывают одну доминирующую структуру волны в определенном диапазоне высоты [*Fritts, D.C., and M. J. Alexander.* Gravity wave dynamics and effects in the middle atmosphere, Rev. Geophys., 41(1), 1–64, 1003, doi: 10.1029/2001RG000106, 2003], то есть свидетельствуют о дискретности события.

Ближайшим аналогом по технической сути с заявляемым является способ исследования дискретных волновых структур [см. *Vladimir N. Gubenko, Alexander G. Pavelyev and Vitali E. Andreev.* Determination of the intrinsic frequency and other wave parameters from a single vertical temperature or density profile measurement // Journal of Geophysical Research, Vol. 113, D08109,

doi:10.1029/2007JD008920, 2008]. В способе аналоге использованы измерения высотных профилей температуры, полученные с помощью метода радиопросвечивания (радиозатменного) метода (Radio occultation (RO) measurements). В этой же работе сформулирован критерий идентификации низкочастотной волны и предложен метод определения внутренней частоты и других параметров волны по одному профилю температуры (плотности).

Недостатком ближайшего аналога, как и других известных дистанционных методов обнаружения волновых возмущений в атмосфере, является отсутствие возможности идентифицировать ВГВ как предвестника землетрясения по отношению к источникам, породившим эти волны в сейсмоактивных зонах.

Задачей изобретения является создание способа идентификации внутренних гравитационных волн в атмосфере, генерируемых в сейсмически активных зонах, как предвестников землетрясений.

Задача в заявленном способе решается путем идентификации ВГВ по результатам прямых дистанционных измерений распределения плотности (температуры) над пунктом наблюдения. Полученное распределение обрабатывается по специальной программе, выявляющей наличие признака-предвестника в виде низкочастотных волновых возмущений в атмосфере, распространяющихся от очага накануне землетрясения, и их характеристик.

Технический результат при решении задачи достигается за счет создания способа повышения достоверности идентификации физической природы процесса посредством определения его существенных признаков и в расширении ряда предвестников землетрясения. Идентификация волновых возмущений, генерируемых в сейсмоактивных зонах, как предвестников землетрясений, включает наличие двух существенных признаков: 1) значения относительной пороговой амплитуды волны должны подчиняться соотношению $1 > a = a_e > 0$, 2) вертикальные длины волн должны быть более 12 км.

Выявление "волнообразных" колебаний температуры по результатам наблюдений как индуцированной волны проводится по экспериментальному значению относительной пороговой амплитуды a_e . В этом случае наблюдаемые колебания температуры могут быть связаны с ВГВ, если значение относительной пороговой амплитуды a_e подчиняется соотношению $1 > a = a_e > 0$ [см., например, *Vladimir N. Gubenko, Alexander G. Pavelyev and Vitali E. Andreev. Determination of the intrinsic frequency and other wave parameters from a single vertical temperature or density profile measurement // Journal of Geophysical Research, Vol. 113, D08109, doi: 10.1029/2007JD008920, 2008, Marquardt, C., and S. B. Healy. Measurement noise and stratospheric gravity wave characteristics obtained from GPS occultation data, J. Meteorol. Soc. Jpn., 83(3), 417–428. 2005*], то есть если значение a_e удовлетворяет этому условию, то можно предположить, что наблюдаемые колебания связаны с волной. В противном случае, когда $a_e > 1$, наблюдаемые флуктуации могут быть связаны, например, с турбулентностью» [*Marquardt, C., and S. B. Healy. Measurement noise and stratospheric gravity wave characteristics obtained from GPS occultation data, J. Meteorol. Soc. Jpn., 83(3), 417–428. 2005*].

На рисунках 1 и 2, в качестве примеров, подтверждающих справедливость вышеуказанного условия, приведены распределения величины относительного порогового значения амплитуды a_e за 10 дней до и 5 дней после землетрясений в Узбекистане (рис.1) и в Киргизии (рис.2). На рисунках стрелками указаны время землетрясений.

2-й признак следует из того, что при рассмотрении активности гравитационной волны в средней атмосфере было установлено [*Fritts, D.C., and M. J. Alexander. Gravity wave dynamics and effects in the middle atmosphere, Rev. Geophys., 41(1), 1–64, 1003, doi: 10.1029/2001RG000106, 2003*], что волны с вертикальными длинами волн более 12 км связаны с глубоким конвективным нагревом. Именно конвективные неустойчивости, возникающие в нижней и средней атмосфере при процессах, происходящих в литосфере, выступают в качестве основного источника генерации ВГВ в сейсмически активных

районах [см., например, *Fritts, D.C.* Gravity wave saturation in the middle atmosphere: A review of theory and observations, *Rev. Geophys. Space Phys.*, 22, 275–308. 1984 и *Fritts, D.C., and P. K. Rastogi.* Convective and dynamical instabilities due to gravity motions in the lower and middle atmosphere: Theory and observations, *Radio Sci.*, 20(6), 1247–1277. 1985].

В подтверждение справедливости этого условия на рисунках 3-6 приведены величины длин волн ВГВ, рассчитанные с помощью непрерывного вейвлет-преобразования. Рисунок 3 относится к случаю землетрясения в Узбекистане 26 мая 2013 года в 06:08:15.9 UTC на глубине 18 км с $M=5.7$ в 19 км NNE от Булунгура с координатами 39.956°N ; 67.314°E . Рисунок 4 - к землетрясению в Киргизии 08 января 2007 г. в 17:21:49.9 UTC с координатами 39.803°N ; 70.312°E на глубине 16 км с $M=6$. Рисунок 5 демонстрирует расчет длины волны за три дня до землетрясения в Казахстане 28 января 2013 г. в 60 км SE от Кегеня с координатами 42.605°N ; 79.708°E на глубине 15 км с $M=6.1$, а рисунок 6 - длину волны при землетрясении в Киргизии 12 января 2015 г. в 08:30:56 UTC в 23 км SSE от п. Чаек с координатами 41.730°N ; 74.605°E .

Во всех случаях обработаны спутниковые извлечения температурных профилей в 06:00 UTC над лидарной станцией Теплоключенка, расположенной в юго-восточной части высокогорного озера Иссык-Куль (Киргизия).

Формула изобретения

Способ идентификации внутренних гравитационных волн в атмосфере, генерируемых в сейсмоактивных зонах, как предвестников землетрясений, заключающийся в дистанционном зондировании распределения температуры атмосферы по вертикали над пунктом наблюдения и регистрации вертикального распределения флуктуации температуры как индуцированной волны, отличающийся тем, что достоверность идентификации физической природы процесса достигается в случае подтверждения двух его существенных признаков:

- 1) значения относительной пороговой амплитуды волны должны подчиняться соотношению $1 > a = a_e > 0$;
- 2) вертикальные длины волн должны быть более 12 км.

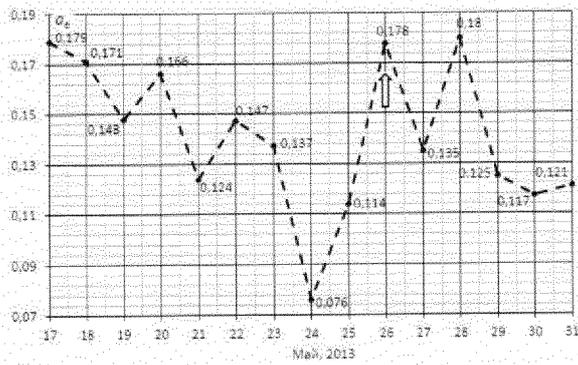


Рисунок 1. Узбекистан, 26 мая 2013 года в 06:08:15.9 UTC

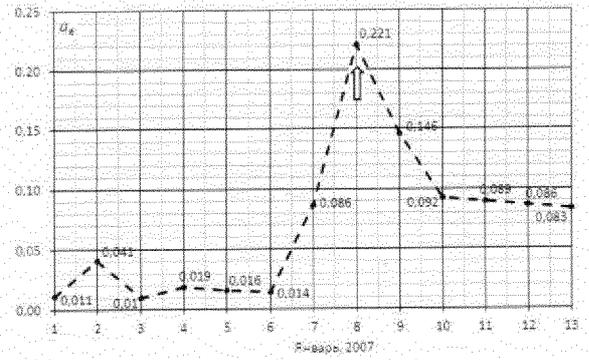


Рисунок 2. Киргизия, 08 января 2007 г. в 17:21:49.9 UTC

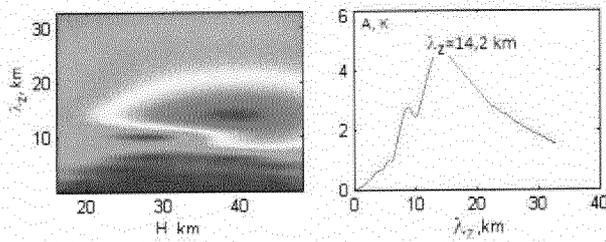


Рисунок 3. Узбекистан, Булунгур, 26 мая 2013 г.

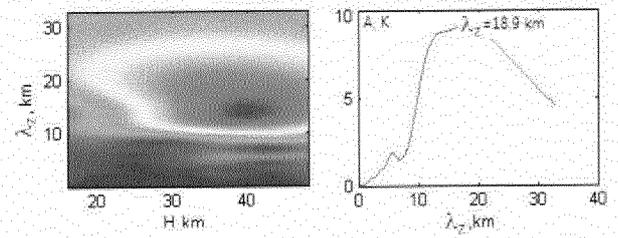


Рисунок 4. Киргизия, 08 января 2007г.

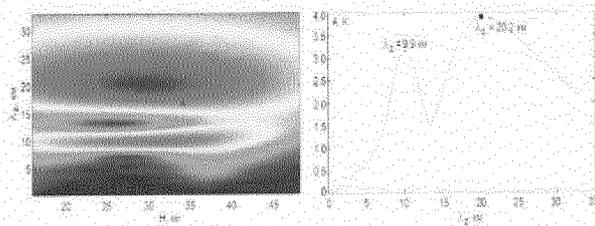


Рисунок 5. Казахстан, Кегень, 25 января 2013 г.

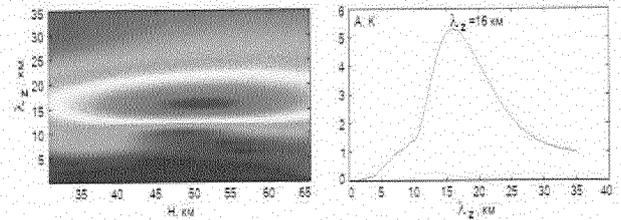


Рисунок 6. Киргизия, Чаек, 12 июля 2015 г.

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201900569

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

G01V 9/00 (2006.01)
G01V 1/00 (2006.01)
G01W 1/00 (2006.01)
G01W 1/17 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
G01V 1/00- G01V 99/00, G01W 1/00 - G01W 1/19

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
Google Patents, WIPO Patentscope, Espacenet (Worldwide collection), ЕАПАТИС, Яндекс патент

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2 120 647 C1, МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА, 20.10.1998, весь документ	1
A	RU 2 390 807 C2, СУХОНИН С.Д., 27.05.2010, весь документ	1
A	CN 105911582 A, 1ST CRUSTAL DYNAMICS CHINA EARTHQUAKE ADMINISTRATION, 31.08.2016, весь документ	1
A	US 7,277,797 B1, KUNITSYN VIATCHESLAV E, REKENTHALER DOUGLAS A, SMIRNOV ANDRE V, 2.10.2007, весь документ	1

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники
«D» - документ, приведенный в евразийской заявке
«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее
«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.
"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
«Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности
«У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом
«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **21/04/2020**

Уполномоченное лицо:
Начальник Отдела механики, физики и электротехники


Д.Ф. Крылов