



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012122383/28**, **30.05.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.05.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **30.05.2012**(43) Дата публикации заявки: **10.12.2013** Бюл. № 34(45) Опубликовано: **27.03.2014** Бюл. № 9(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2007116198 А**, **10.11.2008**. **RU 2258906 С2**, **20.08.2005**. **RU 2107896 С1**, **27.03.1998**. **SU 1270566 А1**, **15.11.1986**. **US 2782675 А1**, **26.02.1957**.

Адрес для переписки:

**141980, Московская обл., г. Дубна, ул.
Жолио-Кюри, 6, ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ (ОЛИС)**

(72) Автор(ы):

**Будагов Юлиан Арамович (RU),
Ляблин Михаил Васильевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Объединенный Институт Ядерных
Исследований (RU)**

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА НАКЛОНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области технической физики и может применяться для стабилизации положения на земной поверхности крупногабаритных установок для научных исследований или промышленного оборудования. Устройство для измерения угла наклона относительно земной поверхности включает в себя источник света, кювету с жидкостью, поверхность которой установлена на пути движения света, регистрирующее устройство отраженного от поверхности жидкости луча света. При этом имеется общее для всех элементов основание, источник света выполнен в виде одномодового стабилизированного лазерного источника, кювета содержит вязкую диэлектрическую жидкость, например масло, с отношением толщины слоя жидкости в кювете к диаметру

кюветы в пределах от 0.04 до 0.06, регистрирующее устройство выполнено в виде позиционно чувствительного фотоприемного устройства с блоком регистрации, а угол наклона основания определяется как изменение положения пятна отраженного от поверхности жидкости лазерного луча на позиционно-чувствительном фотоприемнике.

Результатом применения предлагаемого изобретения является улучшение стабилизации положения крупномасштабных промышленных или научно-исследовательских комплексов, таких как Международный линейный коллайдер (ILC), современные телескопические системы и др. в условиях сейсмических шумов земного и промышленного происхождения, а также регистрация поверхностных сейсмических волн. 1 ил.

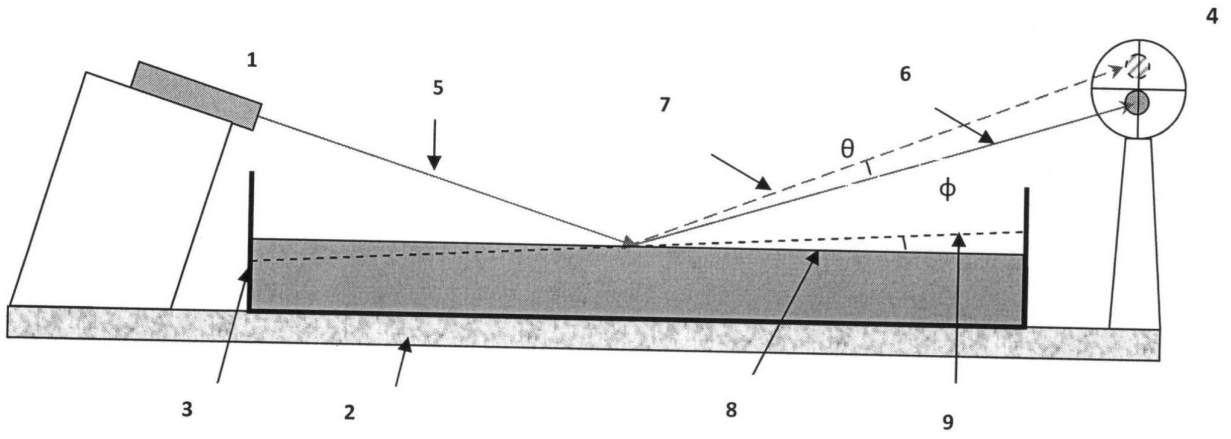


Рис.1

RU 2510488 C2

RU 2510488 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012122383/28, 30.05.2012**

(24) Effective date for property rights:
30.05.2012

Priority:

(22) Date of filing: **30.05.2012**

(43) Application published: **10.12.2013 Bull. 34**

(45) Date of publication: **27.03.2014 Bull. 9**

Mail address:

**141980, Moskovskaja obl., g. Dubna, ul. Zholio-
Kjuri, 6, OB"EDINENNYJ INSTITUT
JaDERNYKh ISSLEDOVANIJ (OLIS)**

(72) Inventor(s):

**Budagov Julian Aramovich (RU),
Ljablin Mikhail Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

Ob"edinennyj Institut Jadernykh Issledovanij (RU)

(54) **INCLINOMETRE**

(57) Abstract:

FIELD: instrumentation.

SUBSTANCE: proposed device comprises light source, flask with fluid with surface located on light path and recorder of light beam reflected from fluid surface. Note here that all said elements share a common base frame. Note also that light source is composed by single-mode stabilised laser source. Said flask contains thick dielectric fluid, for example, flask oil with fluid ply depth-to-flask diameter makes 0.04 to 0.06. Said recorder is composed by position-sensitive photoreceiver with recording unit. Base frame inclination is defined as

the change in position of laser beam spot reflected from fluid surface at said position-sensitive photoreceiver.

EFFECT: better stabilisation of large-scale industrial or research complexes, au, International linear collider, state-of-the-art telescopic systems, etc.

1 dwg

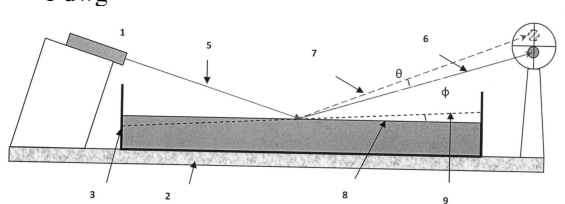


Рис.1

RU 2 5 1 0 4 8 8 C 2

RU 2 5 1 0 4 8 8 C 2

Устройство относится к области технической физики и может быть использовано для стабилизации положения научно-исследовательских установок, например метрологических установках с длинными лазерными реперными линиями, линейных коллайдеров (ILC, CLIC), больших телескопов и др., а также может являться
5 детектирующим устройством наклона земной поверхности сейсмического и индустриального происхождения.

Известно устройство (аналог) по заявке №74770, опубликованное 01.01.1949 для измерения наклона. Устройство содержит кювету с диэлектрической жидкостью, которая помещена между обкладками двух конденсаторов. Недостаток устройства -
10 низкая чувствительность и высокий уровень шумов.

Известно устройство (аналог) по заявке №2089852, опубликованное 10.09.1997, для измерения наклона относительно горизонта. Устройство содержит источник света, плавающее тело с прикрепленной к нему стеклянной пластиной в виде тонкого
15 стеклянного диска с нанесенной на ней угломерной шкалой и зрительную трубу с окуляром.

Недостаток устройства - низкая чувствительность к измеряемым угловым наклонам, остаточная негоризонтальность плавающего тела, ограничивающая
20 область применения устройства.

Известно устройство (прототип), содержащее источник света, зрительную трубу с окуляром и кювету в виде прозрачного герметичного цилиндра, частично заполненную жидкостью (патент США N 2782675 O ce Feb 26 1957).

Недостатки данного устройства заключаются в недостаточной чувствительности, большом уровне шумов, необходимости в визуальном наблюдении отраженного луча
25 света, что ограничивает область его применения.

Задача настоящего изобретения состоит в радикальном поднятии чувствительности и одновременном снижении шумов устройства. Это необходимо как для проведения
30 операций по стабилизации положения лазерного луча в пространстве на большие (более 100 м) расстояния, так и для прецизионной стабилизации положения крупных научно-исследовательских установок (линейные ускорители, телескопические системы большого диаметра и др.) от сейсмических шумов земного и индустриального происхождения.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве для измерения угла наклона, включающем в себя источник света, кювету с жидкостью, поверхность которой установлена на пути движения света, регистрирующее устройство отраженного от
40 поверхности жидкости луча света, введено общее для всех элементов основание, источник света выполнен в виде одномодового стабилизированного лазерного источника, кювета заполнена вязкой диэлектрической жидкостью, например масло, с отношением толщины слоя жидкости в кювете к диаметру кюветы в пределах от 0.04 до 0.06, регистрирующее устройство выполнено в виде позиционно чувствительного фотоприемного устройства с блоком регистрации, измеряющее угол наклона
45 основания как изменение положения пятна отраженного от поверхности жидкости лазерного луча на позиционно-чувствительном фотоприемнике.

Общее основание повышает стабильность взаимного расположения элементов устройства. Стабилизированный одномодовый лазерный источник увеличивает
50 чувствительность и точность измерения угла наклона основания в силу симметричного распределения плотности мощности в сечении его пучка, отсутствия шума межмодовых биений, стабилизации мощности излучения, которая увеличивает точность измерения положения на позиционно-чувствительном фотоприемнике.

Кювета с вязкой полярной жидкостью (масло) с отношением толщины слоя жидкости к диаметру кюветы от 0,04 до 0,06 обеспечивает стабильное геометрическое положение поверхностного слоя жидкости с отсутствием поверхностных шумовых звуковых волн и отсутствием испарения. Позиционно чувствительное фотоприемное устройство (ПФУ) с регистрирующим электронным устройством (АЦП) и компьютером для записи полученной информации обеспечивает непрерывный мониторинг углового положения поверхности Земли в двух угловых координатах.

На Рис.1 показана схема устройства, где 1 - лазер, 2 - основание, 3 - кювета с жидкостью, 4 - позиционно-чувствительное фотоприемное устройство, 5 - выходящий лазерный луч, 6 - отраженный от поверхности лазерный луч, 7 - смещенный относительно первоначального положения вследствие наклона основания лазерный луч, 8 - положение поверхности жидкости до углового наклона основания, 9 - положение поверхности жидкости после наклона основания. Наклон поверхности жидкости и отраженного лазерного луча показаны относительно основания.

Устройство работает следующим образом. Одномодовый стабилизированный лазерный источник (1) посылает свой луч на поверхность жидкости в кювете (3). Луч, отраженный от поверхности жидкости, регистрируется позиционно-чувствительным устройством (4). Все элементы (1, 3, 4) закреплены на общем основании (2), расположенном на поверхности Земли. Сигнал о положении луча на ПФУ регистрируется аналого-цифровым преобразователем и записывается на компьютер.

При наклоне земной поверхности происходит наклон основания (2). В силу неизменности горизонтального положения жидкости происходит изменение углового положения отраженного лазерного луча (7) на удвоенный угол наклона основания $\varphi = 2\theta$ (8, 9) относительно предыдущего положения луча (6), что вызывает смещение пятна лазерного луча на позиционно-чувствительном фотоприемнике, приводящее к линейному относительно угла наклона основания изменению величины регистрируемого сигнала.

В процессе измерения устройство калибруется путем измеряемого наклона основания, что дает возможность представить зарегистрированный сигнал в единицах угла наклона основания.

Полученный сигнал в дальнейшем используется для стабилизации положения как лазерной реперной линии, так и положения прецизионных научно-исследовательских установок.

Также полученный сигнал является дополнительным каналом информации по тектонике Земли. Регистрация сигнала решает задачу прецизионного определения амплитуды и направления поверхностных сейсмических волн в виде периодического наклона земной поверхности. По сути, рассматриваемое устройство является новым типом сейсмографа поверхностных сейсмических волн.

Формула изобретения

Устройство для измерения угла наклона, включающее в себя источник света, кювету с жидкостью, поверхность которой установлена на пути движения света, регистрирующее устройство отраженного от поверхности жидкости луча света, отличающееся тем, что имеется общее для всех элементов основание, источник света выполнен в виде одномодового стабилизированного лазерного источника, кювета с вязкой диэлектрической жидкостью, например масло, с отношением толщины слоя жидкости в кювете к диаметру кюветы в пределах от 0.04 до 0.06, регистрирующее устройство выполнено в виде позиционно чувствительного фотоприемного

устройства с блоком регистрации, измеряющее угол наклона основания как изменение положения пятна отраженного от поверхности жидкости лазерного луча на позиционно-чувствительном фотоприемнике.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50