



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2010139098/28, 22.09.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**22.09.2010**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **22.09.2010**(43) Дата публикации заявки: **27.03.2012** Бюл. № 9(45) Опубликовано: **10.10.2013** Бюл. № 28(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 102256 U1, 20.02.2011. RU 92180 U1, 10.03.2010. US 4655587 A1, 07.04.1987. WO 2007009841 A1, 25.01.2007.**

Адрес для переписки:

**443010, г.Самара, ул. Л. Толстого, 23,  
ГОУВПО ПГУТИ**

(72) Автор(ы):

**Айбатов Дмитрий Львович (RU),  
Морозов Олег Геннадьевич (RU),  
Нургазизов Марат Ринатович (RU),  
Садеев Тагир Султанович (RU),  
Степущенко Олег Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Поволжский государственный  
университет телекоммуникаций и  
информатики" (ГОУВПО ПГУТИ) (RU)****(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ**

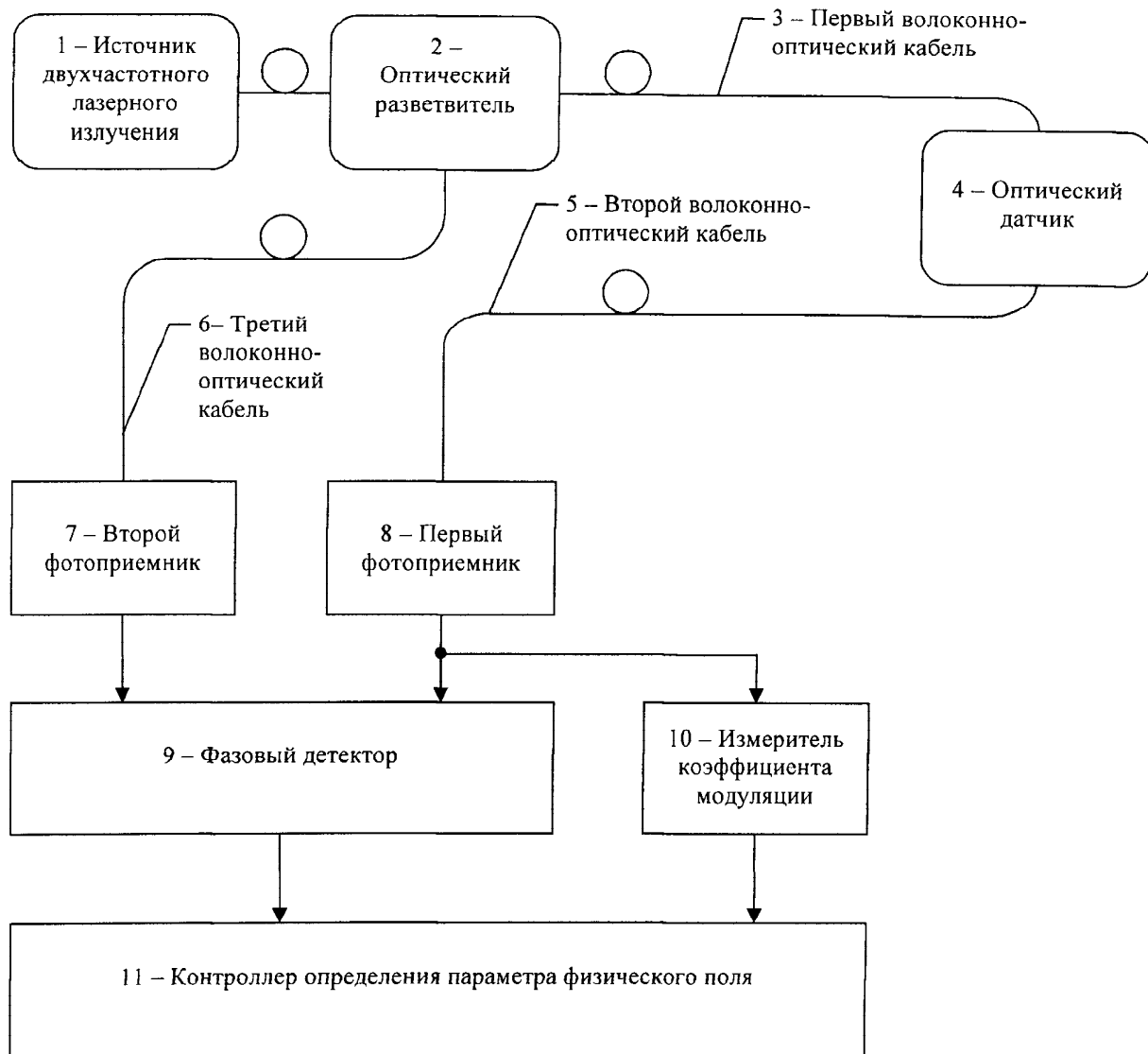
(57) Реферат:

Изобретение относится к оптической измерительной технике и может быть использовано для измерения параметров физических полей. Согласно способу генерируют пару сигналов близкой амплитуды со средней частотой, соответствующей определенной частоте полосы пропускания оптического датчика при заданном значении параметра физического поля и разностной частотой, достаточно узкой, для того чтобы оба сигнала попали в указанную полосу пропускания. Сгенерированную пару сигналов передают к оптическому датчику через оптический разветвитель по первой оптической

среде. Принимают пропущенную через оптический датчик и сгенерированную пары сигналов, передаваемые соответственно по второй и третьей оптическим средам. Определение параметра физического поля производят за счет измерения коэффициента модуляции огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик, и определяя знак разности фаз между огибающей биений сигналов сгенерированной пары и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик. Технический результат - повышение точности измерения за счет исключения источников погрешностей измерения. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 4 9 5 3 8 0 C 2

RU 2 4 9 5 3 8 0 C 2



Фиг. 1

RU 2 4 9 5 3 8 0 C 2

RU 2 4 9 5 3 8 0 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G01D 5/30* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2010139098/28, 22.09.2010

(24) Effective date for property rights:  
22.09.2010

Priority:

(22) Date of filing: 22.09.2010

(43) Application published: 27.03.2012 Bull. 9

(45) Date of publication: 10.10.2013 Bull. 28

Mail address:

443010, g.Samara, ul. L. Tolstogo, 23, GOUVPO  
PGUTI

(72) Inventor(s):

**Ajbatov Dmitrij L'vovich (RU),  
Morozov Oleg Gennad'evich (RU),  
Nurgazizov Marat Rinatovich (RU),  
Sadeev Tagir Sultanovich (RU),  
Stepushchenko Oleg Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
"Povolzhskij gosudarstvennyj universitet  
telekommunikatsij i informatiki" (GOUVPO  
PGUTI) (RU)**

(54) **MEASURING METHOD OF PARAMETERS OF PHYSICAL FIELDS**

(57) Abstract:

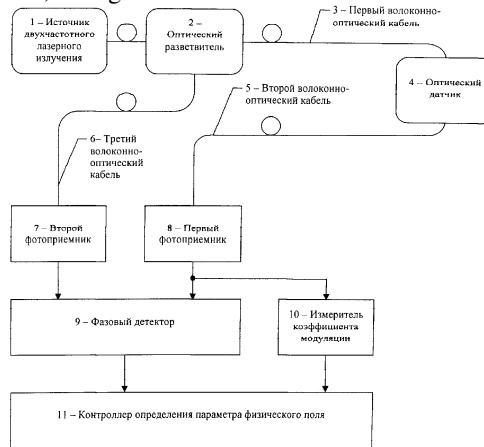
FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: pair of signals with close amplitude with average frequency corresponding to certain frequency of bandpass of an optic detector is generated at the specified value of parameter of a physical field and with difference frequency that is rather narrow so that both signals can enter the above bandpass. Generated pair of signals is transmitted to the optic detector through an optic splitter via the first optic medium. Pairs of signals that are passed through the optic detector and generated and transmitted via the second and the third optic media are received. Determination of physical field parameter is performed owing to measuring modulation coefficient of a beat envelope of signals of the pair, which passed through the optic detector, and by determining the sign of phase difference between the beat envelope of signals of

the generated pair and beat envelope of signals of the pair that passed through the optic detector.

EFFECT: higher measurement accuracy owing to excluding sources of measurement errors.

2 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2 495 380 C2

RU 2 495 380 C2

Изобретение относится к технике оптических измерений, в частности к способам для измерения параметров физических полей (температура, давление, натяжение и т.д.) с помощью оптических датчиков, включая датчики в интегральном и волоконно-оптическом исполнении (интерферометры Фабри-Перо, решетки Брэгга, датчики на тонкопленочных фильтрах и т.д.), у которых существует зависимость смещения по частоте их спектральной, как правило, полосовой резонансной характеристики, в зависимости от параметров приложенных физических полей.

Известен способ измерения параметров физических полей (см. электронный ресурс [www.forc-photonics.ru](http://www.forc-photonics.ru), «Волоконно-оптический зондовый термометр», файл `termometr_final.pdf`, ООО ИП «НЦВО-Фотоника», 14.10.2008), заключающийся в том, что генерируют широкополосное излучение, передают его к оптическому датчику по оптической среде, принимают излучение, преобразованное в датчике, и определяют параметры физического поля, прецизионно регистрируя спектральное смещение резонансной длины волны оптического датчика.

Недостатком указанного способа является необходимость использования сложного дорогостоящего блока спектрального анализа принятого излучения и фотоприемного блока для регистрации спектрального смещения, как правило, это оптические анализаторы спектра. Оптоэлектронная отдельная обработка сигналов, также представляется сложной, и требует наличия либо перестраиваемых лазерных излучателей, либо сложных систем спектральной фильтрации, либо нескольких фотоприемников, либо, как вариант, системы матричных ПЗС-приемников. Все это приводит к появлению дополнительных источников погрешностей измерения параметров физических полей и снижению их точности в целом.

Прототипом изобретения является способ (см. Патент США №7463832 В2 «Метод и система компенсации тепловых смещений для оптических сетей», 398/196 МПК8 Н04J 13/02, 09.08.2005), заключающийся в том, что генерируют пары сигналов заранее установленной близкой амплитуды со средней частотой, соответствующей определенной частоте полосы пропускания оптического датчика при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, достаточно узкой, для того чтобы оба сигнала попали в указанную полосу пропускания, передают сгенерированную пару сигналов к оптическому датчику по первой оптической среде, принимают пропущенную через него пару сигналов, передаваемую по второй оптической среде, и определяют параметр физического поля, сравнивая разности амплитуд между сигналами пары, принятой после прохождения через оптический датчик, или сравнивая их амплитуды с амплитудами сигналов в сгенерированной паре, переданной к приемному устройству по третьей оптической среде.

Недостатком прототипа способа является необходимость использования сложной оптической системы для отдельного спектрального приема отдельных компонент пар сигналов, требующей, как правило, наличия узкополосных интерференционных фильтров, в свою очередь, обладающих температурной зависимостью спектральных характеристик. Оптоэлектронная отдельная обработка компонент, также представляется сложной и представляет собой обработку абсолютных амплитудных значений принятых сигналов, подверженную воздействию шумов и помех различной природы. Все это приводит к появлению дополнительных источников погрешностей измерения параметров физических полей и снижению их точности в целом.

Решаемая техническая задача заключается в повышении точности измерений, упрощении и удешевлении устройств для реализации способа измерения параметров физических полей.

Решаемая техническая задача в способе измерения параметров физических полей, заключающегося в том, что генерируют пару сигналов близкой амплитуды со средней частотой, соответствующей определенной частоте полосы пропускания оптического датчика при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, достаточной узкой, для того чтобы оба сигнала попали в указанную полосу пропускания, передают сгенерированную пару сигналов к оптическому датчику по первой оптической среде, принимают пропущенную через оптический датчик и сгенерированную пары сигналов, передаваемые соответственно по второй и третьей оптическим средам, и определяют параметр физического поля, достигается тем, что определение параметра физического поля производят, измеряя коэффициент модуляции огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик, и определяя знак разности фаз между огибающей биений сигналов сгенерированной пары и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик.

В некоторых случаях генерируют пару сигналов одинаковой амплитуды со средней частотой, соответствующей центральной частоте полосы пропускания оптического датчика при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, равной полуширине полосы пропускания оптического датчика.

На фиг.1 изображена структурная схема устройства для реализации способа измерения параметров физических полей.

На фиг.2 изображена зависимость знака разности фаз между огибающей биений сигналов сгенерированной пары и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик, от обобщенной расстройки полосы пропускания оптического датчика для случая подачи на него пары сигналов одинаковой амплитуды со средней частотой, соответствующей центральной частоте его полосы пропускания при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, равной полуширине указанной полосы пропускания.

На фиг.3 изображена зависимость коэффициента модуляции огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик, от обобщенной расстройки полосы пропускания оптического датчика для случая подачи на него пары сигналов со средней частотой, соответствующей центральной частоте его полосы пропускания при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, равной полуширине указанной полосы пропускания.

Устройство для измерения параметров физических полей (фиг.1, 2, 3) содержит последовательно соединенные источник двухчастотного лазерного излучения 1, оптический разветвитель 2, первый волоконно-оптический кабель 3, оптический датчик 4, второй волоконно-оптический кабель, первый фотоприемник 8, второй фотоприемник 7, соединенный через третий волоконно-оптический кабель 6 со вторым выходом оптического отзветвителя 2, а также контроллер 11 определения параметра физического поля. В него введены фазовый детектор 9, при этом выходы первого 8 и второго 7 фотоприемников подключены соответственно к первому и второму входам фазового детектора 9, а выход фазового детектора 9 к первому входу контроллера 11 определения параметра физического поля, и измеритель коэффициента модуляции 10, при этом выход первого фотоприемника 8 также подключен ко входу измерителя коэффициента модуляции 10, а выход измерителя коэффициента модуляции 10 подключен ко второму входу контроллера 11 определения параметра физического поля.

Устройство может быть выполнено с использованием источника двухчастотного лазерного излучения 1 на основе двухчастотного лазерного излучателя или на основе

опорного одночастотного лазерного излучателя и электрооптического модулятора типа интерферометра Маха-Цендера, рабочая точка модуляционной характеристики которого задана таким образом, чтобы сдвиг фаз на выходе был равен  $\pi$ . Оптический датчик 4 может быть реализован на основе волоконной решетки Брэгга, или  
5 интерферометра Фабри-Перо, или тонкопленочного фильтра. Кроме того, длина третьего волоконно-оптического кабеля 6, как правило, равна сумме длин первого 3 и второго 5 волоконно-оптических кабелей.

На фиг.2 изображена зависимость знака разности фаз между огибающей биений сигналов пары, сгенерированной двухчастотным лазерным излучателем 1, и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4, от обобщенной расстройки полосы пропускания оптического датчика 4 для случая подачи на него пары сигналов одинаковой амплитуды со средней частотой, соответствующей центральной частоте его полосы пропускания при заданном  
15 значении параметра физического поля, и разностной частотой, равной полуширине указанной полосы пропускания.

На фиг.3 изображена зависимость коэффициента модуляции огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4, от обобщенной расстройки полосы пропускания оптического датчика 4 для случая подачи на него пары сигналов со средней частотой, соответствующей центральной частоте его полосы пропускания при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, равной полуширине указанной полосы пропускания.

Рассмотрим осуществление способа.

Для измерения параметров физических полей с помощью двухчастотного лазерного излучателя 1 генерируют пару сигналов близкой амплитуды со средней частотой, соответствующей определенной частоте полосы пропускания оптического датчика 4 при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, достаточно узкой, для того чтобы оба сигнала попали в указанную полосу  
30 пропускания. Затем передают сгенерированную пару сигналов к оптическому датчику 4 через оптический разветвитель 2 по первой оптической среде, в качестве которой выбран первый волоконно-оптический кабель 3.

В сгенерированной паре сигналов, проходящей через оптический датчик 4, происходит изменение амплитуд отдельных составляющих в зависимости от направления и величины частотного смещения его полосы пропускания, вызванного приложенным физическим полем и однозначно определяемого параметром данного поля.

Далее с помощью первого фотоприемника 8 принимают пропущенную через оптический датчик 4 пару сигналов, передаваемую от него по второй оптической среде, в качестве которой выбран второй волоконно-оптический кабель 5. С помощью второго фотоприемника 7 принимают исходную сгенерированную пару сигналов, поступающую на его вход через второй выход первого оптического разветвителя 2 и третью оптическую среду, в качестве которой выбран третий волоконно-оптический кабель 6. На выходе второго фотоприемника 7 и выходе первого фотоприемника 8 образуются сигналы, соответствующие огибающей биений сигналов пары, сгенерированной двух-частотным лазерным излучением 1, и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4. Измерение знака разности фаз огибающей биений между сигналами пары, прошедшей через оптический датчик 4, и огибающей биений между сигналами пары, сгенерированной двухчастотным лазерным излучателем 1, производят в фазовом детекторе 9. Определение знака  
50

разности фаз огибающей биений между сигналами пары, прошедшей через оптический датчик 4, и огибающей биений между сигналами пары, сгенерированной двухчастотным лазерным излучателем 1 необходимо, что бы определить на каком участке зависимости коэффициента модуляции огибающей биений между сигналами пары, прошедшей через оптический датчик 4 работает датчик: положительный знак разности фаз соответствует левому склону зависимости коэффициента модуляции огибающей биений между сигналами пары, прошедшей через оптический датчик 4, отрицательный знак разности фаз соответствует правому склону зависимости коэффициента модуляции огибающей биений между сигналами пары, прошедшей через оптический датчик 4.

На выходе первого фотоприемника 8 образуется сигнал, соответствующий огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4. Определение коэффициента модуляции огибающей биений между сигналами пары, прошедшей через оптический датчик 4, производят в измерителе коэффициента модуляции 10.

По полученному значению и заложенным в контроллере 11 определения параметра физического поля зависимостям знака разности фаз между огибающей биений сигналов пары, сгенерированной двухчастотным лазерным излучателем 1, и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4, от обобщенной расстройки полосы пропускания оптического датчика 4 (фиг.2), зависимостям коэффициента модуляции огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4, от обобщенной расстройки полосы пропускания оптического датчика 4 (фиг.3), и зависимости направления и величины частотного смещения полосы пропускания оптического датчика 4 от параметров физического поля однозначно определяют измеряемый параметр физического поля.

На фиг.2 изображена зависимость знака разности фаз между огибающей биений сигналов пары, сгенерированной двухчастотным лазерным излучателем 1, и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4, от обобщенной расстройки полосы пропускания оптического датчика 4. Зависимость построена для случая подачи на оптический датчик 4 сгенерированной двухчастотным лазерным излучателем 1 пары сигналов одинаковой амплитуды со средней частотой, соответствующей центральной частоте его полосы пропускания при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, равной полуширине указанной полосы пропускания. В этом случае обеспечиваются оптимальные по чувствительности и крутизне измерительного преобразования параметры устройства.

При заданном (калибровочном) параметре физического поля средняя частота сгенерированной пары сигналов будет соответствовать расстройке «0», а компоненты пары будут расположены одна с расстройкой «-1», другая с расстройкой «1». Их амплитуды будут равны, а разность фаз огибающих биений между сгенерированной и прошедшей через оптический датчик 4 парами сигналов будет равна нулю (фиг.2). При частотном смещении полосы пропускания оптического датчика 4 в зависимости от изменений параметра физического поля положение компонент сгенерированной пары сигналов относительно полосы пропускания будет меняться, и будет меняться знак разности фаз огибающих биений между сгенерированной и прошедшей через оптический датчик 4 парами сигналов в соответствии с представленной зависимостью.

На фиг.3 изображена зависимость коэффициента модуляции огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4, от обобщенной расстройки

полосы пропускания оптического датчика 4. Зависимость построена для случая подачи на оптический датчик 4 сгенерированной двух-частотным лазерным излучателем 1 пары сигналов одинаковой амплитуды со средней частотой, соответствующей центральной частоте его полосы пропускания при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, равной полуширине указанной полосы пропускания. В этом случае обеспечиваются оптимальные по чувствительности и крутизне измерительного преобразования параметры устройства.

В соответствии с фиг.3 средняя обобщенная расстройки полосы пропускания оптического датчика 4 равна «0» и соответствует его центральной частоте и средней частоте сгенерированной двухчастотным лазерным излучателем 1 пары сигналов. Расстройка между составляющими сгенерированной пары сигналов равна «2» и соответствует полуширине полосы пропускания оптического датчика 4. При других значениях расстройки между составляющими сгенерированной пары сигналов меняются значения коэффициента модуляции огибающей биений, но не меняется характер зависимости.

При заданном (калибровочном) параметре физического поля средняя частота сгенерированной пары сигналов будет соответствовать расстройке «0», а компоненты пары будут расположены одна с расстройкой «-1», другая с расстройкой «1». Их амплитуды будут равны, а коэффициент модуляции огибающей биений прошедших через оптический датчик 4 пары сигналов будет равен «1» (фиг.3). При частотном смещении полосы пропускания оптического датчика 4 в зависимости от изменений параметра физического поля положение компонент сгенерированной пары сигналов относительно полосы пропускания будет меняться, и будет меняться коэффициент модуляции огибающих биений прошедшей через оптический датчик 4 пары сигналов в соответствии с представленной зависимостью.

При известной зависимости величины расстройки полосы пропускания оптического датчика от значения параметра приложенного физического поля (например, для волоконно-оптической решетки Брэгга - типичные значения расстройки в зависимости от температуры  $\sim 0.01$  нм/К и от относительного удлинения световода  $\sim 10^3 \Delta L/L$  (нм) (С.А. Васильев, О.И. Медведков, И.Г. Королев, Е.М. Дианов, Фотоиндуцированные волоконные решетки показателя преломления и их применения, Фотон-Экспресс-Наука, 6, стр.163-183, 2004)) определяют значение параметра приложенного физического поля.

Таким образом, по полученной в измерителе коэффициента модуляции 10 величине коэффициента модуляции огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4, а также по информации о знаке разности фаз между огибающей биений сигналов пары, сгенерированной двух-частотным лазерным излучателем 1, и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик 4, полученной в фазовом детекторе 9, определяют обобщенную расстройку полосы пропускания оптического датчика 4 и далее по зависимости обобщенной расстройки полосы пропускания оптического датчика 4 от параметра приложенного физического поля в контроллере 11 определяют параметр измеряемого физического поля.

Устройство может быть реализовано с использованием различных типов оптических датчиков 4, конкретный вид которых определяется в зависимости от решаемых задач и характера приложенного физического поля. Это могут быть волоконная решетка Брэгга, интерферометр Фабри-Перо, тонкопленочный фильтр.

Поскольку существенным для реализации способа является измерение знака разности фаз, выравнивание фазовых задержек при распространении пар сигналов по



волоконно-оптическим кабелям 3, 5, 6 может быть достигнуто использованием в устройстве третьего волоконно-оптического кабеля 6 с длиной, равной сумме длин первого 3 и второго 5 волоконно-оптических кабелей.

Устройство для реализации способа измерения параметров физических полей может быть реализовано на следующих элементах, рассчитанных на работу на длине волны 1300 нм:

- двухчастотный лазерный излучатель 1 - лазерный диод IDL10S-1300 НИИ «Полюс»; лазерный диод ДМП0131-22 ООО НПФ «Дилаз» и модулятор на основе интерферометра Маха-Цендера 500-х-13 компании Laser2000;
- оптические разветвитель 2 - оптические разветвители ТЕЛЕКОМ-ТЕСТ 1×2 фирмы ООО «Производственно-торговая компания СОКОЛ»;
- волоконно-оптические кабели 3, 5, 6 - эталонные шнуры или кабели ТЕЛЕКОМ-ТЕСТ фирмы ООО «Производственно-торговая компания СОКОЛ»;
- оптический датчик 4 - волоконная решетка Брэгга, интерферометр Фабри-Перо, тонкопленочные фильтры ООО ИП «НЦВО-Фотоника»;
- фотоприемники 7, 8 - высокоскоростные волоконно-оптические InGaAs/InP микроволновые широкополосные PIN фотоприемники (приемные модули) НПФ «ДиЛаз», например, ДФДМШ-40-16;
- контроллер 11 - микропроцессорный контроллер на базе чипов фирм Atmel, Microchip и т.д.;
- фазовый детектор 9 - на дискретных элементах;
- измеритель коэффициента модуляции 10 - измеритель модуляции RF-AM фирмы CleanRF Systems (Колорадо, США).

При реализации способа для построения датчика параметров физических полей все указанные блоки генерации, приема и обработки сигналов могут быть выполнены на едином кристалле или в интегральном исполнении.

По сравнению с существующими способами измерения параметров физических полей с помощью оптических датчиков, включая датчики в интегральном и волоконно-оптическом исполнении, у которых существует зависимость смещения по частоте их спектральной характеристики в зависимости от параметров приложенных физических полей, предложенный способ двухчастотного зондирования оптического датчика с измерением параметра по коэффициенту модуляции огибающей измерительного сигнала и знака разности фаз огибающих биений опорного и измерительного сигналов не требует:

во-первых, применения сложных оптических систем определения спектрального смещения или выделения отдельных спектральных компонент для их дальнейшего сравнения, что значительно снижает стоимость устройств;

во-вторых, применения для анализа оптических сигналов избирательных элементов, которые обладают собственной зависимостью от изменений измеряемых физических полей.

Испытания опытного устройства измерения параметров физических полей были проведены на оптических датчиках, выполненных на волоконных решетках Брэгга, изготовленных в НЦВО ИОФ РАН (Москва), откалиброваны на оптических анализаторах спектра ANDO там же, калибровка подтверждена на оптических анализаторах спектра ANDO в лаборатории Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (Самара), и показали, что использование способ двухчастотного зондирования оптического датчика с измерением параметра по разности фаз огибающих биений опорного и

измерительного сигналов, позволило достичь погрешности измерения температуры  $0,01^{\circ}\text{C}$  в диапазоне  $\pm 60^{\circ}\text{C}$ . При этом погрешность измерения определялась в основном погрешностью АЦП контроллера определения температуры.

5 Все это позволяет говорить о достижении решения поставленной технической задачи - повышении точности измерений, упрощении и удешевлении устройств для реализации способа измерения параметров физических полей.

#### Формула изобретения

10 1. Способ измерения параметров физических полей, заключающийся в том, что генерируют пару сигналов близкой амплитуды со средней частотой, соответствующей определенной частоте полосы пропускания оптического датчика при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, достаточно узкой, для  
15 того чтобы оба сигнала попали в указанную полосу пропускания, передают сгенерированную пару сигналов к оптическому датчику по первой оптической среде, принимают пропущенную через оптический датчик и сгенерированную пары сигналов, передаваемые соответственно по второй и третьей оптическим средам, и определяют параметр физического поля, достигается тем, что определение параметра  
20 физического поля производят, измеряя коэффициент модуляции огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик, и определяя знак разности фаз между огибающей биений сигналов сгенерированной пары и огибающей биений сигналов пары, прошедшей через оптический датчик.

25 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что генерируют пару сигналов одинаковой амплитуды со средней частотой, соответствующей центральной частоте полосы пропускания оптического датчика при заданном значении параметра физического поля, и разностной частотой, равной полуширине полосы пропускания оптического датчика.

30

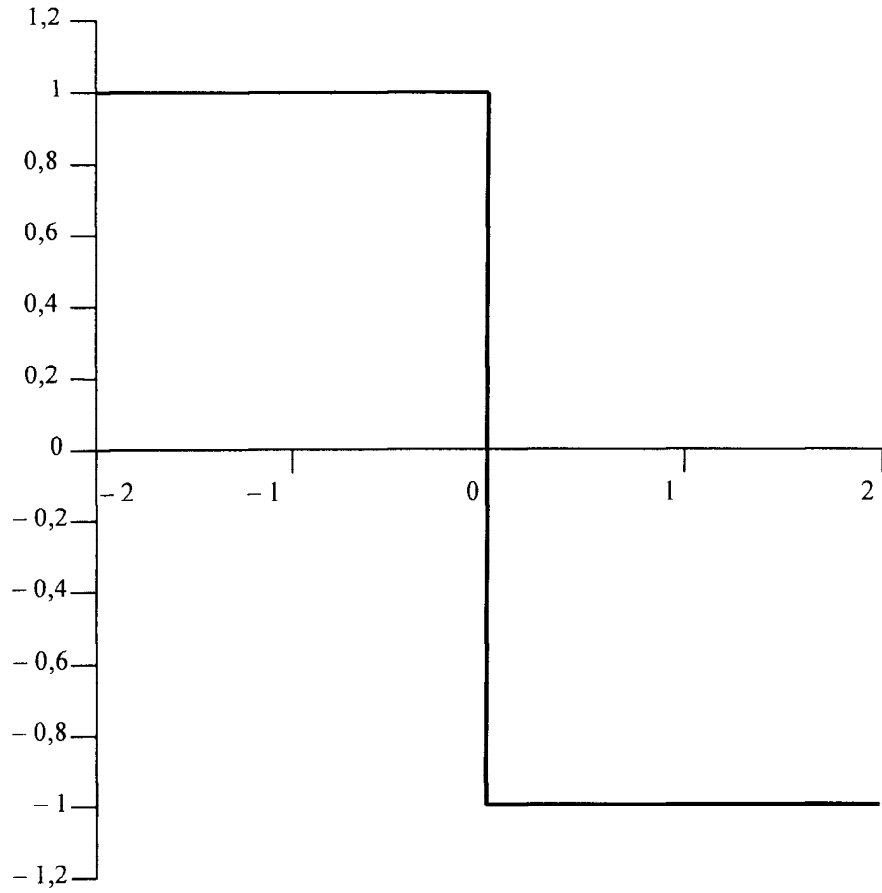
35

40

45

50

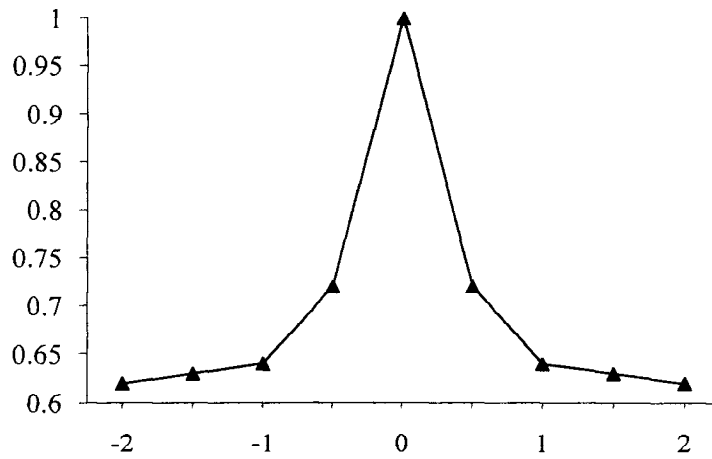
Знак разности фаз между огибающей биений сигналов  
сгенерированной пары и огибающей биений сигналов пары,  
прошедшей через оптический датчик



Обобщенная расстройка полосы пропускания  
оптического датчика

Фиг. 2

Коэффициент модуляции  
огибающей биений сигналов  
пары, прошедшей через  
оптический датчик



Обобщенная расстройка полосы пропускания  
оптического датчика

Фиг. 3