



(51) МПК
G06F 21/00 (2013.01)
H04K 3/00 (2006.01)
H04L 9/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012154691/08, 18.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 18.12.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.12.2012

(43) Дата публикации заявки: 27.06.2014 Бюл. № 18

(45) Опубликовано: 27.05.2015 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2010/126400 A2, 04.11.2010. RU 2 072 541 C1, 27.01.1997. WO 2011/034584 A2, 24.03.2011. ЖУРНАЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ. 2009, т.79, вып.12. ГЕНЕРАЦИЯ ПРОДОЛЬНЫХ МОД В АКТИВНОМ ВОЛОКОННОМ ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ ФАБРИ-ПЕРО ПРИ НАКАЧКЕ МАЛОМОЩНЫМ ОДНОЧАСТОТНЫМ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЛАЗЕРОМ. С.А.БУЛГАКОВ, А.Л.ДМИТРИЕВ. НАЙДЕНО В ИНТЕРНЕТ 10.12.2013.: <http://journals.ioffe.ru/jtf/2009/12/p95-96.pdf>

Адрес для переписки:

117216, Москва, бул. Дм. Донского, 9/4-2,
 Гришачев Владимир Васильевич

(72) Автор(ы):

Гришачев Владимир Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Гришачев Владимир Васильевич (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОПТИЧЕСКОЙ СЕТИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ МЕТОДАМИ ОПТИЧЕСКОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ

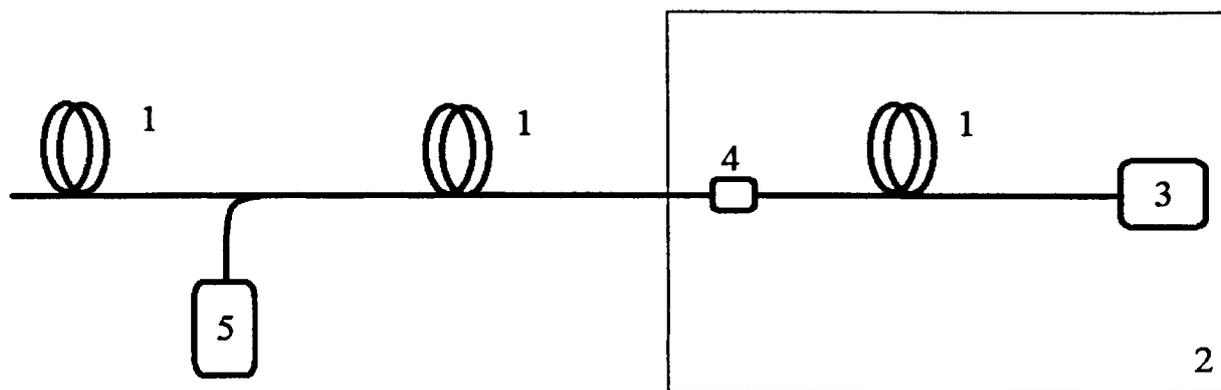
(57) Реферат:

Устройство защиты предназначено для предотвращения несанкционированного зондирования защищаемых сегментов оптических кабельных систем и сетей различного назначения. Технический результат изобретения заключается в повышении эффективности защиты информации методами зашумления оптического канала. Управляемая нейтрализация зондирующих излучений в оптической кабеле производится путем повышения уровня шумов до мощности информативного сигнала и выше с помощью волоконно-оптического генератора шума. Волоконно-оптический генератор шума

включается в оптическую сеть (1) по схеме интерферометра Маха-Цендера (2), который образован несимметрично соединенными между собой двумя ответвителями (5, 6). В одно плечо интерферометра включается волоконно-оптический генератор шума, образованный волоконно-оптическим модулятором (7) и генератором шума (8). Питание (9) и управление работой устройства осуществляется по защищаемой оптической сети, через канал (10). Устройство защиты (2) подключается к оптической сети (1) с помощью разъемных или неразъемных соединений (3, 4). Устройство не

влияет на световые потоки в выключенном состоянии, а при включении обладает оптической

невозвратностью по вносимому шуму в проходящие сигналы. 12 з.п. ф-лы, 7 ил.



Фиг.1

RU 2551802 C2

RU 2551802 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G06F 21/00 (2013.01)
H04K 3/00 (2006.01)
H04L 9/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012154691/08, 18.12.2012

(24) Effective date for property rights:
18.12.2012

Priority:

(22) Date of filing: 18.12.2012

(43) Application published: 27.06.2014 Bull. № 18

(45) Date of publication: 27.05.2015 Bull. № 15

Mail address:

117216, Moskva, bul. Dm. Donskogo, 9/4-2,
Grishachev Vladimir Vasil'evich

(72) Inventor(s):

Grishachev Vladimir Vasil'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Grishachev Vladimir Vasil'evich (RU)

(54) **DEVICE FOR PROTECTING OPTICAL NETWORK FROM UNAUTHORISED PROBING BY OPTICAL REFLECTOMETRY METHODS**

(57) Abstract:

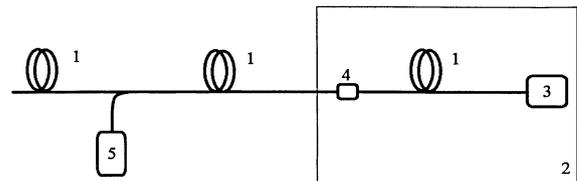
FIELD: physics, optics.

SUBSTANCE: protection device is designed to prevent unauthorised probing of protected segments of optical cable systems and networks for various purposes. Controlled neutralisation of probing radiation in an optical cable is carried out by raising the noise level to the information-bearing signal power level or higher using a fibre-optic noise generator. The fibre-optic noise generator is connected in the optical network (1) on a Mach-Zehnder interferometer scheme (1), which is formed by asymmetrically connected two coupling devices (5, 6). One arm of the interferometer includes the fibre-optic noise generator, formed by a fibre-optic modulator (7) and a noise generator (8). Power supply (9) and control of the device is carried out on the protected optical network via a channel (10). The

protection device (2) is connected to the optical network (1) by detachable or permanent connections (3, 4). The device does not affect light flux in a switched off state and, when turned on, has optical nonreciprocity on noise induced in transmitted signals.

EFFECT: high efficiency of protecting information using optical channel noise masking methods.

13 cl, 7 dwg



Фиг.1

RU 2 551 802 C 2

RU 2 551 802 C 2

Изобретение относится к области техники защиты конфиденциальной информации от утечки через оптические кабельные системы и сети объекта информатизации. Устройство позволяет не допустить проведение несанкционированного зондирования оптической сети методами оптической рефлектометрии для получения доступа к циркулирующей на объекте информации в виде физических полей, которая может иметь конфиденциальный характер.

Уровень техники определяется тем, что волоконно-оптические технологии находят широкое применение в системах передачи информации, для волоконно-оптического удлинения интерфейсов, в распределенных измерительных системах и датчиках, а также в системах обеспечения безопасности, заменяя электронные (медные) кабельные системы и сети. Широкое распространение волоконно-оптических технологий приводит к проблеме обеспечения безопасности информации в защищаемых офисах, зданиях, кампусах. Проблема усложняется в связи с усовершенствованием измерительной волоконно-оптической техники, которая применяется для обеспечения надежности передачи информации и точности измерений. Одним из таких приборов, широко используемых для мониторинга оптических сетей и проведения высокоточных измерений, является оптический рефлектометр.

Оптическая рефлектометрия строится на зондировании оптического кабеля светом, который взаимодействует с веществом волокна и формирует обратно направляемый световой отклик. Обратно распространяющийся по волокну световой отклик формируется в результате упругого/неупругого рассеяния, отражения и переизлучения. Причем величина отклика значительно возрастает на оптических неоднородностях и дефектах, которые в свою очередь могут быть чувствительны к внешним физическим полям. Нарушитель, используя отработанную технологию оптической рефлектометрии, может получить доступ к информативным сигналам на объекте информатизации.

Простейшими способами защиты являются оптическая изоляция защищаемого сегмента оптической сети от зондирования. Для чего может быть использован оптический изолятор на эффекте Фарадея или преобразование оптического сигнала в электрический и обратно в оптический сигнал в цифровых сетях. Данные способы полностью оптически разбивают сеть на не связанные сегменты, что не позволяет проводить санкционированный контроль всей сети и противоречит технологии полностью оптических сетей.

К технике защиты информации от оптического зондирования можно отнести способы и устройства, в которых при воздействии на оптический канал физического поля с шумовым спектром понижается отношение сигнал/шум для всех проходящих световых потоков, которое не позволяет осуществить несанкционированное зондирование сети. Например, в патентах на изобретение RU 2416167 и RU 2416167, Н04К 3/00, 27.04.2009 г. описывается способ и устройства внесения шума в оптический канал для предотвращения подслушивания через оптические кабельные системы. Но данная техника мало эффективна в случае оптической рефлектометрии оптических сетей.

Обсудим схему защиты с помощью волоконно-оптического генератора шума с глубиной модуляции m , включаемого между оптическим рефлектометром и защищаемым сегментом сети (фиг.1) в соответствии с патентами RU2 416167 и RU 2416167, Н04К 3/00, 27.04.2009 г. Введем характеристику - коэффициент шума устройства защиты

$$NFD = SNR_{in} / SNR_{out},$$

которая определяется отношением сигнал/шум SNR_{in} на входе устройства к отношению сигнал/шум на его выходе SNR_{out} . Значение NFD показывает насколько

устройство защиты увеличивает вклад шума в сигнал. Успешная защита достигается при $SNR_{out} < 1$. В качестве наилучшей оценки для входного сигнала утечки примем $SNR_{in} = 5$ тогда $NFD > 5$.

5 Коэффициент шума устройства защиты по прямой схеме включения (фиг.1) в зависимости от глубины модуляции определяется

$$NFD = (1 + m \cdot SNR_{in}) / (1 - m).$$

10 Как следует из выражения, прямое включение в оптическую сеть волоконно-оптического генератора шума позволит нейтрализовать только зондирование без дефектного сегмента сети с SNR_{in} чуть больше 1 и то, только, при m более 10%. При этом, коэффициент шума устройства достигнет значений 1,2 для прямых световых потоков, что может сказаться на работе оптической сети.

15 Применение дифференциального зондирования, которое состоит в сравнении между собой откликов сигналов от двух дефектов, размещенных за устройством защиты в защищаемом сегменте оптической сети, позволяет повысить эффективность зондирования. Вычитание мощностей сигналов позволяет уменьшить вклад аддитивных шумов, а их отношение - мультипликативных шумов, если шумы для разных откликов когерентны между собой. Аддитивные и мультипликативные шумы когерентны между собой, если они образованы одним устройством защиты с полосой спектра шума, таким 20 что за время задержки одного отклика относительно другого шумовой сигнал устройства не изменяется.

Проведенный анализ включения устройства защиты, функционирующего по принципу уменьшения отношения сигнал/шум, показывает малую эффективность данного 25 включения. Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, является повышение эффективности защиты информации методами зангулления оптического канала.

30 Сущность изобретения состоит в том, что эффективность волоконно-оптического генератора шума можно повысить включив его в оптическую сеть по схеме Маха-Цендера. Суть данного включения состоит в применении двух оптических ответвителей (например, с делением 10%-90%), имеющих встречное несимметричное соединение между собой, когда срачиваются выход с меньшим ответвлением с выходом с большим ответвлением. В случае, когда параметры ответвителей и срачивания идентичны, а шумы, возникающие при суммировании разделенных сигналов на выходе 35 интерферометра, незначительны, то существенных помех в работу оптической сети такая конструкция не вносит. Включение в одно из плеч волоконно-оптического генератора шума делает данную конструкцию невзаимной по коэффициенту шума. В самом деле, при условии деления $k/(1-k)$ в ответвителях получаем коэффициент шума для прямого NFD_+ и обратного NFD_- направления распространения света не равными между собой

$$40 \quad NFD_+ = (1 + k \cdot m \cdot SNR_{in}) / (1 - k \cdot m)$$

и

$NFD_- = (1 + (1-k) \cdot m \cdot SNR_{in}) / (1 - (1-k) \cdot m)$. В частности, при $k=0.1$, $m=1$ и $SNR_{in}=5$ получаем $NFD_+ \approx 1.6$ и $NFD_- = 45$, что полностью исключает саму возможность зондирования

45 защищаемого сегмента сети при включенном генераторе шумами относительно слабо ухудшает параметры сети. При уменьшении коэффициента ответвления до $k=1\%$, коэффициент шума примет значения $NFD_+ \approx 1.06$ и $NFD_- \approx 105$, что позволит говорить о полной недоступности зондирования. Также, регулирование, в том числе дистанционное,

глубины модуляции m генератора шума при фиксированной величине отклонения k позволяет плавно изменять NFD в широких пределах.

Нейтрализация дифференциального зондирования производится путем независимого некогерентного воздействия в устройстве защиты на отклики от разделенных участков оптической сети. Для этого необходимо, чтобы при прохождении через устройство защиты сигналов отклика, различающихся временем прохождения, значения шума были различны. Это достигается добавлением к основному спектру шума, защищающего от утечки информативный сигнал, высокочастотного спектра с полосой, определяемой параметрами защищаемого сегмента сети. Например, пусть длина защищаемого сегмента оптической сети L_0 , а разрешающая способность оптического рефлектометра по длине ΔL , тогда дополнительный высокочастотный шум должен иметь полосу от $c(2\Delta L_0 n)^{-1}$ до $c(2\Delta L n)^{-1}$. В частности, для $L_0=1000$ м и $\Delta L=0.1$ м дополнительный высокочастотный шум должен занимать полосу спектра от 0.1 МГц до 1000 МГц. В случае добавления в спектр шума высокочастотной составляющей соседние отклики от дефектов внутри защищаемого сегмента сети будут иметь случайную связь между собой, что исключает выделение информативного сигнала.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является

1. Отсутствие помех оптическим излучениям, проходящим через устройство защиты в выключенном состоянии;
2. Включение устройства защиты позволяет создать помехи зондированию методами оптической рефлектометрии, которые полностью исключают ее применение, не оказывая существенного влияния на работу оптической сети;
3. Также, включение устройства позволяет создать помехи, нейтрализующие зондирование в схемах нахождение света, в дополнение к оптической рефлектометрии.

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых изображено:

Фиг.1. Представлена модель защиты сегмента (2) оптической сети (1) с оконечным элементом (3) от угрозы зондирования оптическим рефлектометром (5) с помощью устройства защиты (4);

Фиг.2. Показана схема реализации устройства защиты (2), соединяемого с оптической сетью (1) с помощью разъемов (3, 4) и содержащего ответвители (5, 6), модулятор (7), генератор шума (8) и блок питания (9) с управлением по защищаемой оптической сети через ответвитель (10).

Фиг.3. Показана схема реализации симметричного устройства защиты (2), соединяемого с оптической сетью (1) с помощью разъемов (3, 4), содержит ответвители (5, 6), модуляторы (7), генератор шума (8) и блок питания (9) с управлением по защищаемой оптической сети через ответвитель (10).

Фиг.4. Показана схема реализации устройства защиты (2), соединяемого с оптической сети (1) с помощью разъемов (3, 4), содержит разветвители (5, 6), модуляторы (7), генератор шума (8) и блок питания (9) с управлением по защищаемой оптической сети через ответвитель (10).

Фиг.5. Показана схема реализации устройства защиты (2), соединяемого с оптической сети (1) с помощью разъемов (3, 4), содержит оптический изолятор (5), модулятор (6), генератор шума (7) и блок питания (8).

Фиг.6. Показана схема реализации устройства защиты (2), соединяемого с оптической сети (1) с помощью разъемов (3, 4) и содержащего ответвители (5, 6), источник света

(7), приемник света (8), генератор шума (9) и блок питания (10) с управлением по защищаемой оптической сети.

Фиг.7. Показана схема реализации устройства защиты (2), соединяемого с оптической сети (1) с помощью разъемов (3, 4) и содержащего ответвители (5, 6), модулятор (7), генератор шума (8), блок управления (9) и блок питания (10), соединяемый с оптической сетью через ответвитель (11).

Работа устройства поясняется на следующих примерах реализации.

Пример 1.

Одна из реализаций устройства представлена на фиг.2. Устройство образовано двумя одинаковыми ответвителями (5, 6) с фиксированным несимметричным делением потока в канал ответвления 10% и в основной канал 90%. Ответвители соединены встречным способом - канал ответвления соединяется с основным каналом, так что они образуют интерферометр Маха-Цендера. В одно из плеч включается волоконно-оптический модулятор (7) проходящего светового потока. Входом устройства является ответвитель (5), выход ответвления которого соединен с модулятором. Оптические плечи интерферометра подбираются идентичными, так чтобы деление света на входе не приводило к изменению параметров потока после их объединения на выходе. К волоконно-оптическому модулятору присоединяется генератор шума (8), вместе они образуют волоконно-оптический генератор шума. Генератор формирует шум с различными видами спектра - белый, розовый, коричневый и другие, которые имеют ширину полосы, перекрывающую нейтрализуемый информативный сигнал. Спектр шума расширяется за счет высокочастотных шумов, который определяется геометрией защищаемого сегмента оптического кабеля, для исключения отделения шума от информативного сигнала путем сравнения сигналов от близлежащих дефектов. Работа устройства обеспечивается блоком питания (9). Управление осуществляется по дополнительному ответвлению (10) от оптического ответвителя, которое позволяет включать/выключать волоконно-оптический генератор, выбирать тип шумов, спектр шума и глубину модуляции.

Устройство защиты включается в оптическую сеть, как показано на фиг.1, и защищает сегмент (2) от устройства защиты (4) до терминального устройства (3). Включение в сеть (1) устройства производится с помощью сварного или разъемного соединения, так что вход соединяется с общей сетью, а выход с защищаемым сегментом. В штатном режиме работы сети устройство защиты (4) выключено, информационные потоки проходят интерферометр без изменений, вносимые шумы, потери и другие изменения не оказывают влияния на работу сети. В случае опасности зондирования рефлектометром (5) устройство защиты (4) включается со 100% глубиной модуляции, тогда все излучение, проходящее по плечу с модулятором, будет иметь шумовой характер. В прямых потоках к терминальному устройству (3) помехи возрастут в $NFD_{\pm} = (9/J_0 + SNR_{in})/9$ раз, что не окажет существенного влияния на связь, зато для обратных излучений вклад помех возрастет в $NFD_{\pm} = (10 + 9 \cdot SNR_{in})$ раз, т.е. более чем в 10 раз. Таким образом, сегмент оптической сети (2) будет защищен от зондирования оптическим рефлектометром (5).

Пример 2. Схема реализации симметричного устройства защиты представлена на фиг.3. Отличительной особенностью данной реализации от устройства по примеру 1 является симметричное включение волоконно-оптических модуляторов (7) в каждое плечо интерферометра, которое приводит к симметричности входа-выхода по коэффициенту шума. Каждый модулятор включается независимо друг от друга.

Одновременное включение обоих модуляторов приводит к полному зашумлению оптического канала в обоих направлениях и разрыву связи. Включение только одного модулятора приводит к зашумлению только одного направления распространения сигнала. Таким образом, дистанционное включение-выключение позволяет выделять
5 направление защиты в оптической сети по требованию.

Пример 3. Другая реализация представлена на фиг.4, в которой вместо ответвителя используется два разветвителя Y-типа $1 \times n$ (в случае, показанном на фиг.4 1×7), т.е. имеется один вход и n выходов, которые соединены между собой. Разветвители
10 выбираются с произвольным делением и произвольно соединяются между собой так, что встречные потоки составляли разные доли от основного потока. Волоконно-оптический генератор шума присоединяется либо ко всем плечам, либо к части плеч (в случае, показанном на фиг.4, помехи создаются в 3 из 7 плеч). Подобная конструкция позволяет добиваться большей энергетической эффективности, т.е. при
15 меньшей глубине модуляции можно добиться большего зашумления прямых и обратных потоков. А также, такое деление на большое число потоков может дать меньшие потери на прохождение и формирование обратных излучений.

Пример 4.

Другая реализация представлена на фиг.5, в которой деления потоков не производится, а используется один оптический канал, в который введен волоконно-
20 оптический генератор шума и оптический изолятор.

Например, оптический изолятор на основе эффекта Фарадея с электромагнитным управлением позволяет включением и выключением регулировать его работу. При
необходимости санкционированного зондирования изолятор выключается, а когда есть необходимость защитить сегмент оптической сети, он включается. Совместное
25 использование с оптическим изолятором волоконно-оптического генератора шума позволяет добить максимальной эффективности для защиты как от зондирования на основе оптической рефлектометрии - обратных потоков нет при включении оптического изолятора, так и от зондирования на прохождение излучения - зондирующий поток имеет составляющую шума, превосходящую вклад информативного сигнала утечки
30 при включении волоконно-оптического генератора шума.

Пример 5. Другая реализация представлена на фиг.6, в которой защита построена на введении оптического сигнала шума, генерируемого источником света (7) с
подключенным генератором шума (9), образующие волоконно-оптический генератор
шума. В данном устройстве вместо модулятора применен источник света (7), который
35 включается, когда на вход приемника (8) поступает управляющий сигнал или сигнал, образованный обратными излучениями. Оптический сигнал шума от волоконно-оптического генератора шума может быть непрерывным или иметь форму зондирующего сигнала со спектром шума. Непрерывный сигнал шума используется при слабых зондирующих сигналах, когда его форма не разрешима. В другом случае,
40 сигнал шума повторяет форму зондирующего сигнала путем регистрации его приемником (8), который может быть включен как в направлении для регистрации обратных излучений, так и в прямом направлении, т.е. в том же, что и источник света.

Пример 6.

Схема реализации устройства с наибольшей функциональностью представлена на
45 фиг.7. В устройстве используется волоконно-оптический генератор шума на основе модулятора проходящих излучений. Оптическая схема устройства повторяет схему устройства примера 1. Оно отличается системой управления и питания. В оптической схеме применены управляемые ответвители (5, 6), которые позволяют выбирать

коэффициент деления, причем для каждого ответвителя он может быть свой. Это позволяет изменять направление ожидаемой угрозы, т.е. можно отсекал обратные излучения как справа, так и слева по выбору. Изменение коэффициента деления на выходе устройства защиты позволяет применить модуляцию с меньшей глубиной и, следовательно, с меньшими энергетическими затратами. Например, на входе устанавливается деление 10% на 90%, а на выходе 1% на 99%, тогда для прямого направления коэффициент шума составит по порядку величины 1.3, а для обратного направления превысит 100 при 100% глубине модуляции, что позволяет снизить глубину модуляции и, следовательно, повысить энергетическую эффективность защиты.

Введение в структуру устройства блока управления (9) позволяет применить удаленное управление устройством по оптической сети, для чего используется тот же оптический канал, что и для передачи информации, или можно использовать собственный волоконно-оптический кабель для передачи управляющих сигналов. Блок управления (9) может выполнять функции контроля за работой устройства - выбирать оптимальный режим работы в зависимости от емкости питающего аккумулятора, выбирать используемый для спектра шума, его тип. Применение методов контроля проходящих световых потоков по примеру 2 позволит проводить адаптивное управление работой устройства.

Данная реализация устройства позволяет использовать световые потоки как источник энергии для подзарядки устройства. Устройство соединяется с оптической сетью с помощью ответвителя или отдельного кабеля и по нему передаются световые потоки, которые в устройстве регистрируются и преобразуются в фотоэлементе.

Формула изобретения

1. Устройство защиты сегмента оптической сети от несанкционированного зондирования методами оптической рефлектометрии путем увеличения доли шума в проходящих световых потоках до значений, превышающих информативный сигнал, состоящее из интерферометра Маха-Цендера, образованного встречным соединением двух волоконно-оптических ответвителей с неодинаковым делением по мощности, в котором выход ответвления одного соединяется с основным выходом другого ответвителя; волоконно-оптического генератора шума, включающего волоконно-оптический модулятор проходящих световых потоков с устанавливаемой фиксированной глубиной модуляции от 0% до 100%, включенного в одно из плеч интерферометра таким образом, что плечи интерферометра оптически эквивалентны, и присоединяемого к модулятору генератора шума; блока управления работой и источника для питания элементов устройства, которые вместе образуют устройство защиты, входом которого является ответвитель, в канал ответвления которого включен волоконно-оптический генератор шума, и включаемое в оптическую сеть перед защищаемым сегментом оптической сети со стороны ожидаемой угрозы с помощью разъёмного или неразъёмного соединения входов и выходов.

2. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что в волоконно-оптическом генераторе шума глубина модуляции волоконно-оптического модулятора регулируется от 0% до 100%, а генератор шума имеет управление, которое позволяет регулировать выходные параметры и выбирать тип, спектр генерируемых шумов.

3. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что волоконно-оптический генератор шума состоит из двух независимых волоконно-оптических модуляторов, по одному в каждом плече интерферометра Маха-Цендера, которые включаются/выключаются вместе или раздельно в зависимости от направления ожидаемой угрозы.

4. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что интерферометр Маха-Цендера образован соединением выходов двух ответвителей с n-ответвлениями с произвольным делением так, что к части или ко всем плечам интерферометра присоединены волоконно-оптические генераторы шума, а другая часть соединяется напрямую между собой.

5 5. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что в интерферометре Маха-Цендера в плечо с волоконно-оптическим генератором шума включается оптический изолятор, а другое плечо оптически разрывается.

10 6. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что постоянные дополнительные помехи формируются в плече интерферометра с волоконно-оптическим генератором шума путем применения оптического канала с дефектами в виде рассеивающих центров, участков с дисперсией и другими эффектами, искажающими проходящие световые потоки, в дополнение к волоконно-оптическому генератору шума.

15 7. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что интерферометр Маха-Цендера образован соединением выходов двух ответвителей с n-ответвлениями с произвольным делением, в которых в дополнение к волоконно-оптическому генератору шума, с целью формирования постоянных дополнительных помех, используются оптический канал с рассеянием, дисперсией и другими эффектами, искажающими проходящие световые потоки.

20 8. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что интерферометр Маха-Цендера образуется соединением ответвителей со свойствами мультиплексора, в которых спектр излучения делится на n-участков со своим выходом для каждого участка и своим волоконно-оптическим генератором шума, соединяемые между собой с соответствующими выходами с одним спектром или между участками с непересекающимися спектрами.

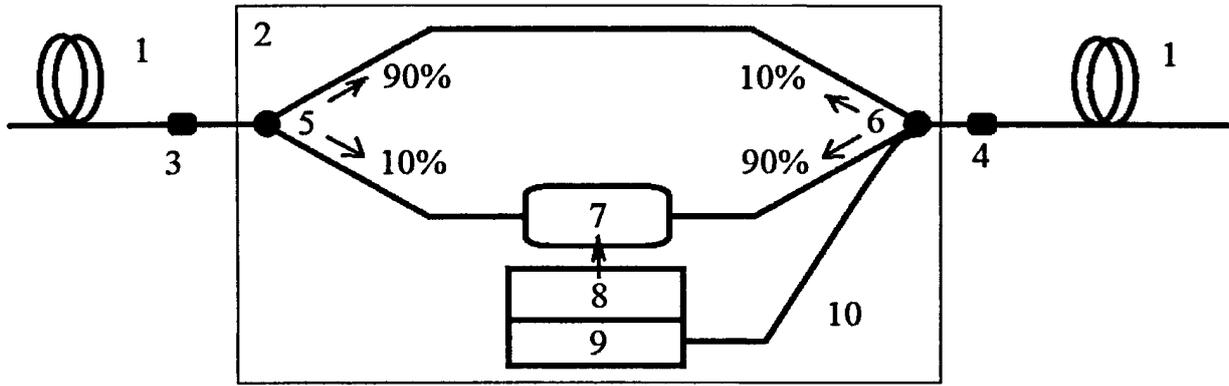
25 9. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что в волоконно-оптическом генераторе шума с волоконно-оптическим модулятором применяется волоконно-оптический источник света, включаемый в направлении входа и/или выхода устройства защиты, и волоконно-оптический приемник, регистрирующий световые потоки с направления входа и/или выхода.

30 10. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что генератор шума, кроме генерации шумов, вносящих помехи в области защищаемой части спектра информативных сигналов, включает дополнительный шум на более высоких частотах.

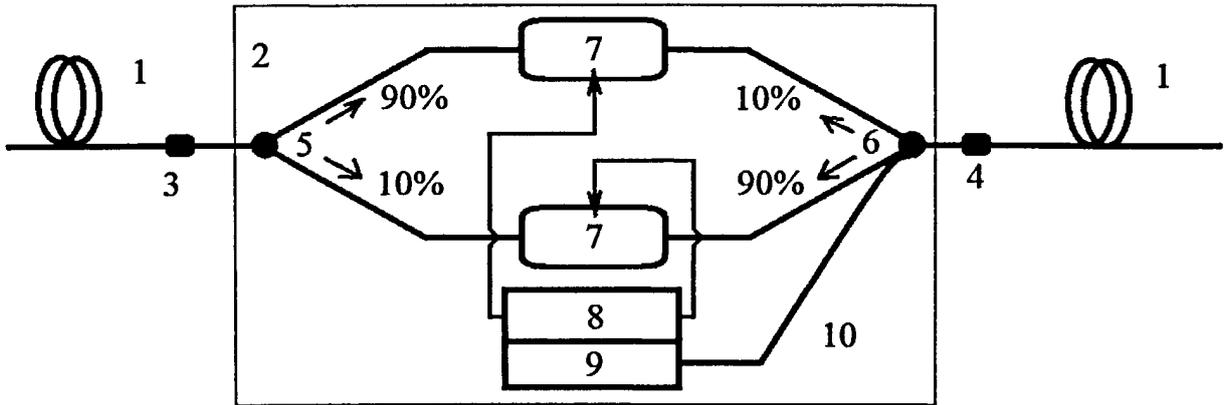
11. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что оба ответвителя имеют независимо регулируемые и разные по величине коэффициенты ответвления.

35 12. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что управление устройством защиты осуществляется дистанционно по защищаемой или выделенной оптической линии, используя сетевые протоколы сети или аналоговые сигналы.

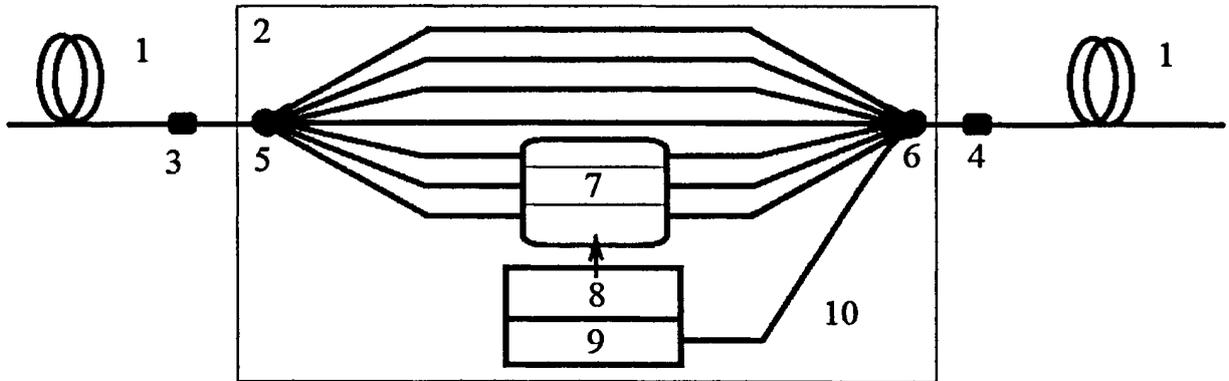
40 13. Устройство защиты по п.1, отличающееся тем, что электрическое питание элементов устройства защиты осуществляется от заменяемой батареи или от встроенного аккумулятора с подзарядкой от фотоэлектрического преобразователя, связанного с источником света по защищаемой или выделенной оптической линии, путем разделения информационного сигнала на своей длине волны от энергетического потока на своей в мультиплексоре.



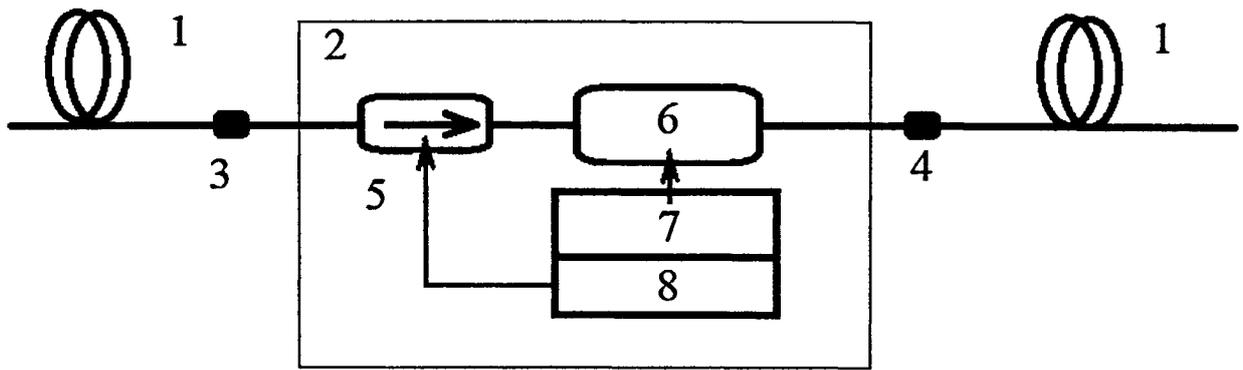
Фиг.2



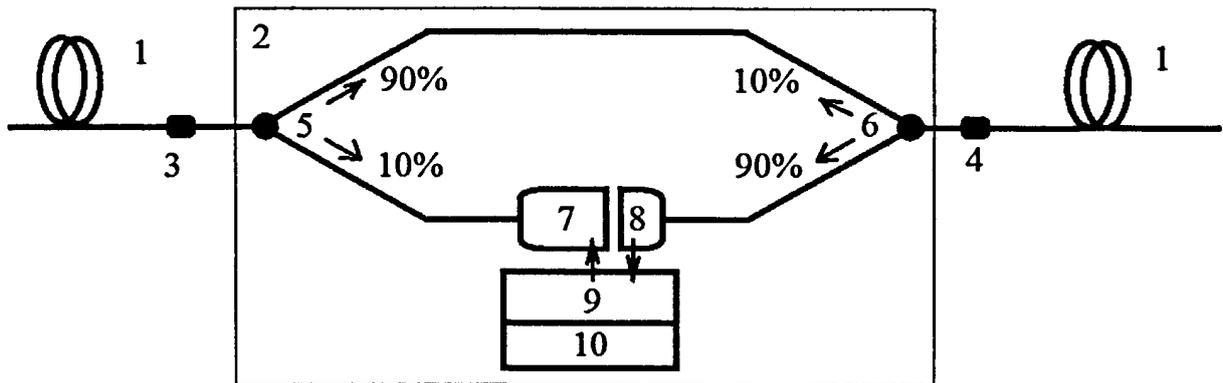
Фиг.3



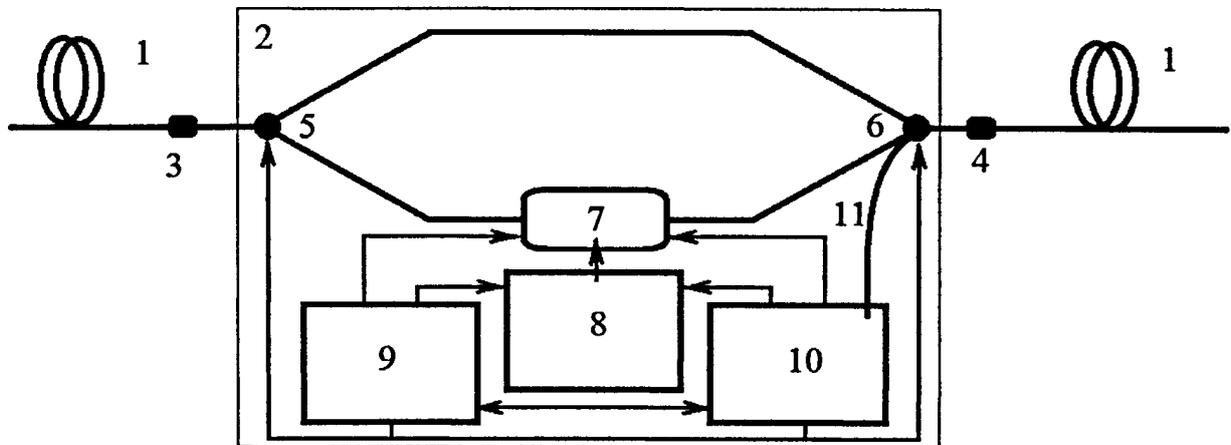
Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7