

Изобретение относится к области дальнометрии, а именно, к лазерным дальномерам и может быть использовано, в частности, для измерения расстояний при выполнении различных геодезических работ, для измерения размеров крупных деталей и конструкции в машиностроении, для измерения смещений и деформаций при строительстве и эксплуатации различных инженерных сооружений и т.д.

Известен лазерный дальномер, содержащий лазер, генератор масштабной частоты, генератор гетеродинной частоты, фотоприемник, смеситель, оптическую короткозамыкающую линию и фазоизмерительное устройство [1].

Недостатком указанного дальномера является недостаточная точность и стабильность измерений.

Наиболее близким техническим решением из известных является лазерный дальномер, содержащий оптически сопряженные лазерный излучатель, внешний оптический отражатель, оптическую короткозамыкающую линию и фотоэлектрический преобразователь частот, генератор масштабных частот, связанный выходом с лазерным излучателем и смесителем, генератор гетеродинных частот, связанный выходом с фотоэлектрическим преобразователем частот и смесителем, а также связанное с фотоэлектрическим преобразователем частот и смесителем фазоизмерительное устройство [2].

Недостатком данного лазерного дальномера-прототипа является недостаточная точность измерения расстояний за счет паразитных фазовых сдвигов информационного сигнала, происходящих во внутренних цепях дальномера, а также большое время единичного измерения расстояния за счет входящих в него времени включения оптической короткозамыкающей линии и времени измерения ее длины.

Действительно, процесс единичного измерения расстояния дальномером-прототипом состоит из двух этапов - измерения расстояния и измерения длины оптической короткозамыкающей линии. При вычитании этих результатов паразитные фазовые сдвиги информационного сигнала во внутренних цепях дальномера частично компенсируются. Однако, компенсация происходит недостаточная. Это объясняется неидентичностью параметров оптического сигнала, прошедшего оптическую короткозамыкающую линию, и оптического сигнала, прошедшего измеряемое расстояние. При прохождении измеряемого расстояния среднее значение оптического сигнала может ослабляться в 10 ... 100 раз и, кроме того, возникают сильные флуктуации его интенсивности. Это вызывает необходимость изменения усиления информационного канала дальномера по отношению к его усилению при измерении длины оптической линии задержки и, как следствие, изменение его фазовых характеристик. Кроме того, неидентичность оптических характеристик канала дальности и канала оптической короткозамыкающей линии дальномера приводит к использованию в них неодинаковых по характеристикам участков пучка лазерного излучения и, как следствие, появлению дополнительных паразитных фазовых сдвигов информационного сигнала.

В основу заявленного лазерного дальномера поставлена задача повышения точности измерения расстояний, сокращение времени проведения единичного измерения и упрощение конструкции лазерного дальномера за счет исключения оптической короткозамыкающей линии.

Поставленная задача решается тем, что в лазерный дальномер, содержащий оптически сопряженные лазерный излучатель, внешний оптический отражатель и фотоэлектрический преобразователь частот, генератор масштабной частоты, связанный выходом с лазерным излучателем и смесителем, генератор гетеродинной частоты, связанный выходом с фотоэлектрическим преобразователем частот и смесителем, а также связанное с фотоэлектрическим преобразователем частот и смесителем фазоизмерительное устройство, дополнительно введены второй генератор гетеродинной частоты с частотой, зеркально расположенной по отношению к масштабной частоте и коммутатор гетеродинных частот, подключенный выходом к соответствующим входам фотоэлектрического преобразователя частот и смесителя, при этом выходы первого и второго генераторов гетеродинных частот подключены соответственно к первому и второму входам коммутатора.

На чертеже (фиг.) изображена структурная схема заявленного лазерного дальномера, в состав которого входят: генератор масштабной частоты 1, первый генератор гетеродинной частоты 2, второй генератор гетеродинной частоты 3, коммутатор гетеродинных частот 4, лазерный излучатель 5, внешний оптический отражатель 6, фотоэлектрический преобразователь частот 7, смеситель 8 и фазоизмерительное устройство 9.

Генератор масштабной частоты 1, например, кварцевый генератор с частотой  $f_1 = 14,9855\text{МГц}$  подключен выходом к лазерному излучателю 5 например типа ИЛПН-232 и смесителю 8. Первый генератор гетеродинных частот 2, например, кварцевый генератор с частотой  $f_{11} = 14,984\text{МГц}$ , и второй генератор гетеродинных частот, например, кварцевый генератор с частотой  $f_{12} = 14,987\text{МГц}$  своими выходами подключены к коммутатору гетеродинных частот 4. Коммутатор гетеродинных частот 4, например, на базе микросхемы типа 1533 КР12, своим выходом подключен к фотоэлектрическому преобразователю частот 7, например, типа ФЭУ-112, а также к смесителю 8. Управляющий вход коммутатора гетеродинных частот 4 подключен к фазоизмерительному устройству 9. Лазерный излучатель 5 своим выходом оптически связан с внешним оптическим отражателем 6, например, трипель-призма, установленным на удаленном конце измеряемого расстояния и оптическим входом фотоэлектрического преобразователя частот 7. Выходы фотоэлектрического преобразователя частот 7 и смесителя 8 подключены к фазоизмерительному устройству 9. Смеситель 8 представляет собой преобразователь частот электрических сигналов, выделяющий сигнал разностной частоты. Фазоизмерительное устройство 9 представляет собой электронный цифровой фазометр с микропроцессорным устройством обработки результатов измерения

фазы и выдачи управляющих сигналов.

Заявленный лазерный дальномер работает следующим образом.

Процесс проведения единичного измерения расстояния, также как и в дальномере-прототипе состоит из двух этапов. Первый этап измерения аналогичен первому этапу измерения дальномером-прототипом. При этом, лазерный излучатель 5 генерирует оптические импульсы с частотой электрического сигнала, поступающего от генератора масштабных частот. Эти оптические импульсы направляются вдоль измеряемого расстояния и отразившись от установленного на его удаленном конце оптического отражателя 6 поступают на фотоэлектрический преобразователь частот 7. При этом, на фотокатод этого же преобразователя 7 через коммутатор гетеродинных частот 4 также поступает электрический сигнал от первого генератора гетеродинной частоты 2 (в нашем примере  $f_{г1} = 14,984\text{МГц}$ ). Эти же электрические сигналы, поступающие на лазерный излучатель 5 и на фотокатод фотоэлектрического преобразователя частот 7 также поступают на смеситель 8. На выходе смесителя 8 и выходе фотоэлектрического преобразователя 7 выделяются электрические сигналы с частотой, равной разности частот генератора масштабной частоты 1 и первого генератора гетеродинной частоты 2 (в нашем примере разностная частота  $f_p = 1,5\text{кГц}$ ). Разность фаз между этими сигналами несет информацию о величине измеряемого расстояния и определяется фазоизмерительным устройством 9. Фазоизмерительное устройство 9 измеряет суммарный сдвиг информационных сигналов, происходящий как за счет прохождения лазерным лучом измеряемого расстояния, так и за счет прохождения сигналов по внутренним цепям дальномера. Следует отметить, что фазовый сдвиг информационных сигналов за счет прохождения их по внутренним цепям дальномера нестабилен во времени и значительно искажает результат измерения. Для его исключения проводится второй этап единичного измерения расстояния, который кардинально отличается от второго этапа измерения дальномером-прототипом. Вместо измерения длины оптической короткозамыкающей линии производится повторное измерение расстояния при втором положении коммутатора гетеродинных частот 4. При этом, в отличие от первого этапа измерения, на фотокатод фотоэлектрического преобразователя частот 7 и смесителя 8 поступает электрический сигнал от второго генератора гетеродинной частоты 3 (в нашем примере  $f_{г2} = 14,987\text{МГц}$ ). Остальной процесс измерения расстояния происходит аналогично первому этапу единичного измерения. На выходе фотоэлектрического преобразователя частот 7 также выделяется сигнал разностной частоты того же значения, что и при первом этапе измерения (в нашем примере  $f_p = 1,5\text{кГц}$ ). Однако, частота электрического сигнала, поступающего на фотокатод преобразователя частот 7 на первом и на втором этапах измерения оказывается ниже, а затем выше частоты следования поступающих на фотокатод фотоэлектрического преобразователя частот 7 оптических импульсов, прошедших

измеряемое расстояние. В результате этого, электрический сигнал разностной частоты (в нашем примере  $1,5\text{кГц}$ ) образующийся в результате преобразования частоты прошедших измеряемое расстояние оптических импульсов изменяет знак фазы при первом и втором этапах измерения. При совместной обработке результатов этих измерений в фазоизмерительном устройстве 9, паразитные фазовые сдвиги информационного сигнала во внутренних цепях дальномера компенсируются. Компенсация происходит практически полная, так как при двух этапах измерения оптические сигналы проходят один и тот же оптический канал дальномера и одно и тоже измеряемое расстояние и, поэтому, имеют одинаковые оптические характеристики.

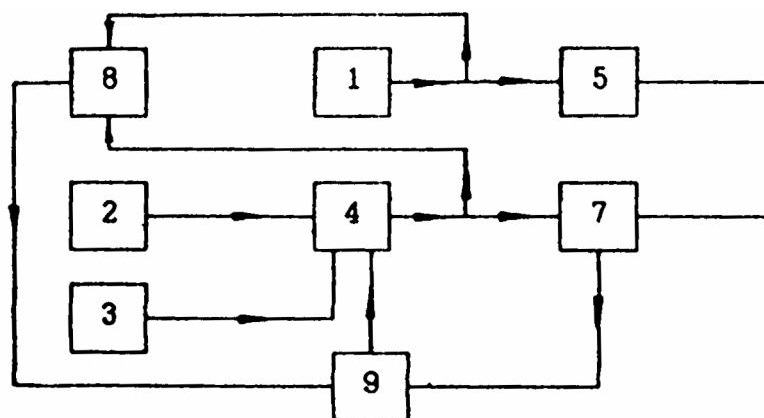
Так как результаты измерений расстояния на первом и втором этапах равноценны по точности и полностью используются при совместной обработке, то при сохранении тех же статистических характеристик результата длительность измерения может быть уменьшена примерно в 2 раза. Дополнительно к этому, время измерения сокращается на величину, необходимую для механического переключения в дальномере-прототипе оптической короткозамыкающей линии (примерно  $0,5\text{сек}$ ).

На основании вышеизложенного можно отметить следующие основные преимущества заявленного лазерного дальномера по отношению к дальномеру-прототипу.

1. Повышение точности измерения расстояний за счет более полной компенсации паразитных фазовых сдвигов информационного сигнала во внутренних цепях дальномера.

2. Сокращение времени проведения измерения расстояний за счет исключения процесса измерения длины оптической короткозамыкающей линии.

3. Упрощение оптической схемы и конструкции лазерного дальномера за счет исключения из конструкции дальномера оптической короткозамыкающей линии.



Фиг.