



## Нано Скан Технология

Россия, 141700, г. Долгопрудный, ул.  
Заводская, д. 7.

web: [www.nanoscantech.ru](http://www.nanoscantech.ru),

E-Mail: [info@nanoscantech.ru](mailto:info@nanoscantech.ru)

### Нано Скан Технология

#### Использование оптических датчиков с Sin/Cos интерполяцией в устройствах нано позиционирования

Из-за нелинейных свойств пьезокерамики получаемое при сканировании изображение содержит искажения. Под нелинейными свойствами пьезокерамики следует понимать особенности зависимости между управляющим электрическим полем и деформацией пьезокерамического образца, а именно, нелинейность и неоднозначность этой зависимости. Обычно нелинейные свойства керамики разделяют на крип, гистерезис и собственно нелинейность. Также к нелинейным свойствам следует отнести нестабильность чувствительности пьезокерамики.

Для сканера, не оснащенного датчиками, управляющее напряжение по данной оси является индикатором его положения по этой оси. Нелинейность и неоднозначность зависимости управляющее напряжение - положение часто приводит к существенным искажениям получаемого изображения.

Для коррекции перемещения по осям и точного определения положения зонда в пространстве используют датчики с различными принципами

действия. Это могут быть оптические, индуктивные, магнитоэлектрические, ёмкостные и т.д.

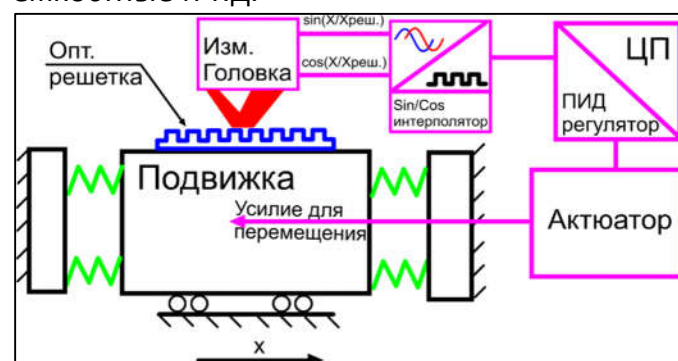


Рис. 1. Блок схема устройства обратной связи на основе оптических энкодеров.

В сканирующей столике Ratis используются оптические датчики. Принцип действия таких датчиков отображен на рисунках 1,2. Датчик перемещения (рис 2.) состоит из оптической линейки, периодом 10 мкм или 20 мкм, источником излучения светодиод красного диапазона, и селективного детектора излучающего на выходе сигналы сдвинутые по фазе на 90 градусов,  
 $A(x)=A_0 \times \sin(X/X_{реш})$   
 $B(x)=B_0 \times \cos(X/X_{реш})$   
 где  $X$  – перемещение,  
 $X_{реш}$  – период оптической решетки.  
 Эти сигналы в аналоговом виде обрабатываются специализированной микросхемой со встроенный sin/cos

интерполятором, производя вычисление угла, как  $\arctg(A/B)$ . Таким образом перемещение сводится к вычислению угла, далее микросхема преобразует угол в импульсы, которые формируются при превышении минимально детектируемого угла поворота,  $\alpha$ .

Далее перемещение вычисляется как:

$X = S_n \times \alpha \times X_{\text{реш}}$ , где  $S_n$  - сумма импульсов со специализированного счетчика.

Оптические датчики производят вычисления смещения вдоль специального полотна, на котором нанесены риски с заданным периодом. Риски нанесены с помощью интерференции волн с заданными длинами, что приводит к высокой точности длины периода этих делений. При измерении расстояния происходит вычисление количества периодов или доли периода, которое было пройдено датчиком. Так как все явления в этом датчике привязаны к длинам волн, точность производимых измерений получается достаточно высокой. К тому же оптические датчики линейны, что заметно повышает эффективность их работы.

Применение оптических датчиков имеет ряд неоспоримых преимуществ перед распространенными в сканирующей зондовой микроскопии и устройствах нано перемещения емкостными датчиками, прежде все абсолютная линейная калибровка по всему полю перемещения, в отличие от емкостных датчиков имеющих ярко выраженную нелинейность описываемую зависимостью  $1/x$ , что приводит к сильной неоднородности настройки обратной связи, и точности по всему полю перемещения. Ёмкостные датчики проявляют неустойчивость при

незначительном измерении начального

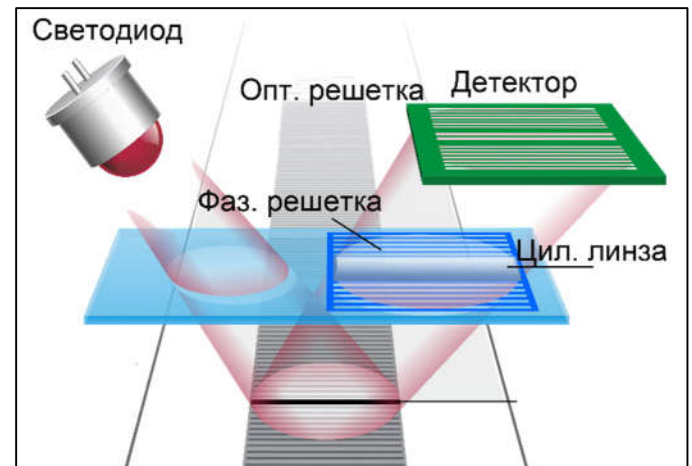


Рис. 2 Устройство оптического датчика положения.

расстояния между обкладками, что приводит к необходимости повторной калибровки, это может быть вызвано как изменениями внешних условий, таких как температура, так и механически. Оптические датчики на основе Sin/Cos интерполяции лишены всех этих недостатков. В ходе проведенных измерений были получены следующие характеристики:

- Точность перемещения : <1 нм
- Скорость измерения : 200 кГц
- Нелинейность : <0.1 %



Рис. 3 Сканирующий пьезостолк Ratis XYZ\_H с использованием оптических энкодеров.