

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

Кафедра Систем Управления и Информатики Группа 3147

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту

Устройство для измерения малых угловых перемещений

Автор курсового проекта	<u>Надькина Е.А.</u>	(подпись)
	(фамилия, и.о.)	
Руководители	<u>Быстров С.В., Бойков В.И.</u>	(подпись)
	(фамилия, и.о.)	

“ ____ ” ____ 20 ____ г. Санкт-Петербург, 20 ____ г.

Курсовой проект выполнен с оценкой _____

Дата защиты “ ____ ” ____ 20 ____ г.

Содержание

Введение.....	3
1 Сравнительный анализ существующих технических решений	4
2 Разработка функциональной схемы устройства	7
3 Статический расчет и выбор элементов	9
4 Разработка принципиальной электрической схемы, печатной платы и монтажной схемы устройства.....	14
5 Блок-схема программы	15
6 Сборочный чертеж устройства	15
Заключение	16
Литература	17
Приложение А	18
Приложение Б	21
Приложение В.....	24
Приложение Г	28
Приложение Д.....	29
Приложение Е.....	32
Приложение Ж.....	34
Приложение И	35
Приложение К.....	39

					КСУИ.257.3147.001 ПЗ				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Устройство для измерения малых угловых перемещений Пояснительная записка	Лит	Лист	Листов	
Разраб.	Надькина Е.А.								
Пров.	Быстров С.В.						2	39	
Т. контр.						Кафедра Систем Управления и Информатики			
Н. контр.									
Утв.									

Введение

В данной курсовой работе поставлена цель: разработать устройство для измерения угловых перемещений отражателя, установленного на торце биморфного элемента, который закреплен консольно в горизонтальной плоскости. Исходные данные для проектирования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для проектирования

Размер пластин биморфа	35x15x0,5 мм
Максимальное напряжение управления	250 В
Материал	пьезокерамика марки ЦТС-22
Допустимая погрешность измерения	0,5 %
Напряжение питания	12 В постоянного тока
Выходной сигнал устройства	8-ми разрядный параллельный код ТТЛ

1 Сравнительный анализ существующих технических решений

Биморфный элемент представляет собой структуру из двух склеенных слоев пьезоэлектрического материала, на поверхностях которых расположены электроды для приложения напряжения. При подведении к пластинам электрического напряжения происходит их деформация, что приводит к изгибу биморфа.

Изменение длины пластин биморфа может быть рассчитано по формуле

$$\Delta l = d_{31} * U_y \quad (1)$$

где Δl - изменение длины пластины биморфа, d_{31} - пьезоэлектрический модуль, U_y - напряжение управления.

Пьезоэлектрический модуль для пьезокерамики марки ЦТС-22 равен $-32 * 10^{-12}$ Кл/Н, максимальное напряжение управления составляет 250 В. Следовательно, изменение длины пластины биморфа будет равно 8 нм.

Максимальный угол изгиба пластин биморфа может быть рассчитан по формуле

$$\alpha = \arccos \frac{l}{l + \Delta l} \quad (2)$$

где α - максимальный угол изгиба пластин биморфа, l - длина пластины, Δl - изменение длины пластины.

Длина пластины биморфа равна 35 мм, следовательно, согласно формуле (2), максимальный угол изгиба пластин равен 0,04 град.

При выборе устройства для измерения малых угловых перемещений необходимо учитывать предел измерений, а также точность измерений.

Одним из видов устройств для измерения малых угловых перемещений является устройство, содержащее трансформаторный датчик (Приложение А). Устройство может быть использовано для измерения угловых перемещений различных объектов, а именно для преобразования ограниченного угла поворота вала в код, когда нецелесообразно применять сложные, полнооборотные и дорогие датчики. Недостатком данного устройства является возможность работы только на переменном токе, а также низкая точность измерений. Устройство не позволяет измерять сверхмалые угловые перемещения.

Также существует оптико-электронное устройство для измерения малых угловых перемещений – измеритель перемещений с объемной голограммой (Приложение Б). Изобретение может быть использовано для бесконтактного интерференционно-голографического измерения перемещений объектов и конструкций, пьезодатчиков и датчиков давления, измерения кривизны фазового фронта когерентного светового потока. Существенным недостатком данного устройства является низкая точность результатов измерений. Низкая точность обусловлена тем, что на оптические элементы устройств и фотоприемное устройство в процессе проведения измерений воздействуют внешние источники оптического излучения (естественное освещение, осветительные приборы и т.п.), при этом интенсивности этих излучений и их изменения во времени носят случайный характер, что вносит случайные погрешности в результаты измерений, снижая их точность.

Оптическое устройство для измерения перемещений (Приложение В) относится к устройствам для измерения малых линейных и угловых перемещений поверхностей объектов контроля, основанным на применении оптических интерференционных методов. Данное устройство, по сравнению с измерителем перемещений с объемной голограммой, характеризуется

новыми признаками, а именно – новыми конструктивными элементами, имеющими новую форму и расположение в предлагаемом устройстве, позволяющими снизить трудоемкость подготовки к проведению измерений и повысить точность результатов измерений. Устройство может быть использовано для высокоточных измерений малых линейных и угловых перемещений поверхностей объектов контроля.

Принцип действия устройства для измерения малых перемещений (Приложение Г) основан на определении положения отверстия в тонкой непрозрачной пленке в результате отражения лазерного импульса от поверхности исследуемого объекта. Данное устройство не позволяет измерять перемещение исследуемого объекта, перемещающегося со сложной траекторией, обладает невысокой чувствительностью.

В итоге проведения сравнительного анализа технических решений был сделан вывод о том, что для решения поставленной задачи в качестве прототипа необходимо использовать оптическое устройство для измерения перемещений (Приложение В), существенными преимуществами которого являются высокая точность измерений и малая трудоемкость подготовки к проведению измерений.

2 Разработка функциональной схемы устройства

Оптическая схема разрабатываемого устройства приведена на рисунке 1.

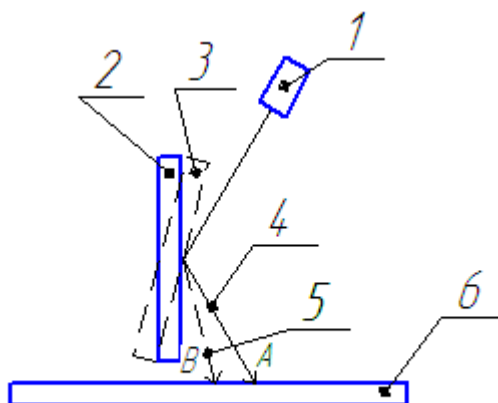


Рисунок 1 – Оптическая схема: 1 – источник излучения, 2 – отражатель в исходном состоянии, 3 – отражатель в конечном состоянии, 4 – отраженный луч в исходном состоянии, 5 – отраженный луч в конечном состоянии, 6 – фотоприемное устройство

Луч от источника излучения 1 отражается от зеркала в исходном состоянии и падает на фотоприемное устройство в точке А. При повороте отражателя, угол падения луча меняется и он падает на фотоприемное устройство в точке В. Измерив расстояние АВ и зная размеры оптической системы, можно рассчитать угол поворота отражателя.

На рисунке 2 приведена схема оптического датчика, используемого в разрабатываемом устройстве.

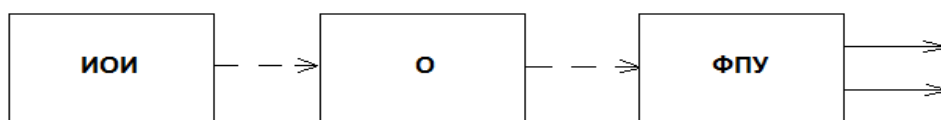


Рисунок 2 – Функциональная схема датчика: ИОИ – источник оптического излучения, О – отражатель, ФПУ – фотоприемное устройство

Луч от источника оптического излучения попадает на отражатель, закрепленный на торце биморфного элемента. Угол наклона отражателя равен углу отклонения пластин биморфа. Отраженный луч попадает на фотоприемное устройство, с контактов которого снимаются два сигнала.

Функциональная схема устройства для измерения малых угловых перемещений представлена на рисунке 3.

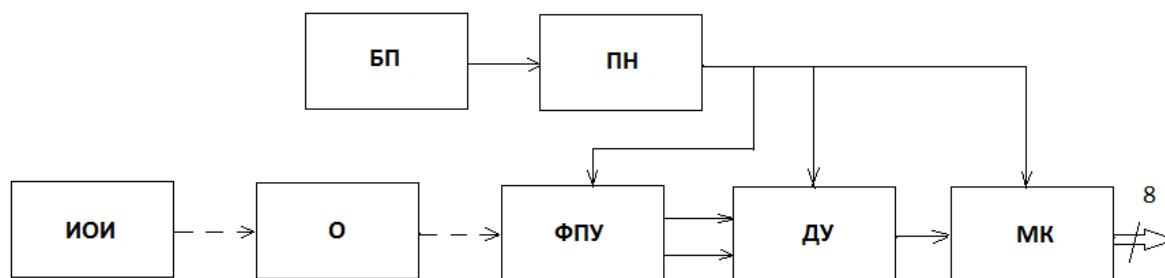


Рисунок 3 – Функциональная схема устройства: БП – блок питания, ПН – преобразователь напряжения, ИОИ – источник оптического излучения, О – отражатель, ФПУ – фотоприемное устройство, ДУ – дифференциальный усилитель, МК – микроконтроллер со встроенным АЦП

Исходное напряжение питания устройства составляет 12 В и обеспечивается блоком питания. Для подачи на элементы устройства напряжения 5 В используется преобразователь напряжения. Луч от источника излучения падает на отражатель, закрепленный на торце биморфного элемента. В исходном состоянии (когда пластины биморфа не отклонены) луч, отражаясь от зеркала, попадает в центр фотоприемного устройства. При повороте отражателя точка падения луча на фотоприемном устройстве смещается. С контактов фотоприемного устройства снимаются напряжения, разность которых пропорциональна смещению луча на фотоприемном устройстве. Далее эти напряжения подаются на дифференциальный усилитель, на выходе которого образуется их разность. Разность напряжений поступает на микроконтроллер со встроенным АЦП. В

микроконтроллере производится расчет угла, и информация выводится в виде 8-разрядного параллельного кода ТТЛ.

3 Статический расчет и выбор элементов

3.1 Геометрический расчет устройства

Оптическая схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 4.

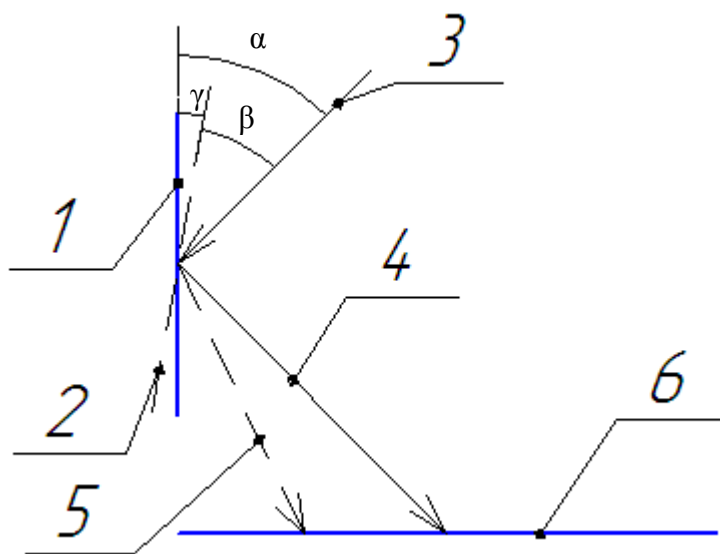


Рисунок 4 – Оптическая схема устройства: 1 – отражатель в исходном состоянии, 2 – отражатель в конечном состоянии, 3 – падающий луч, 4 – отраженный луч в исходном состоянии отражателя, 5 – отраженный луч в конечном состоянии отражателя, 6 – фотоприемник, α – угол падения луча в исходном состоянии отражателя, β – угол падения луча в конечном состоянии отражателя, γ – угол поворота отражателя

Подберем размеры системы так, чтобы отраженный луч в исходном состоянии падал в центр фотоприемника. Тогда угловое перемещение отражателя можно будет связать со смещением отраженного луча относительно центра фотоприемника.

На рисунке 5 представлена оптическая схема устройства со всеми необходимыми обозначениями.

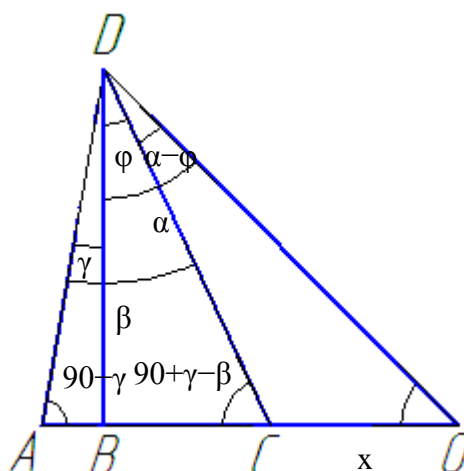


Рисунок 5 – Оптическая схема для расчета геометрических размеров системы

Из рисунка 4 получим

$$\gamma + \beta = \alpha \quad (3)$$

Из рисунка 5

$$\alpha = \arctg \frac{BO}{DB} \quad (4)$$

$$\varphi = \arctg \frac{BC}{DB} \quad (5)$$

$$BO = \frac{L_x}{2}, \quad (6)$$

где L_x – эффективная площадь фотоприемника.

$$DB = \frac{l}{2} + h, \quad (7)$$

где l – длина отражателя, h – расстояние от нижнего края отражателя до плоскости фотоприемника.

Из треугольника DBO

$$DO = \frac{DB}{\cos \alpha} \quad (8)$$

Из треугольника DCO по теореме синусов

$$\frac{x}{\sin(\alpha - \varphi)} = \frac{DB}{\cos\alpha * \sin(90 - \alpha + \beta)} \quad (9)$$

С помощью формул приведения преобразуем формулу 9 к следующему виду

$$\frac{x}{\sin(\alpha - \varphi)} = \frac{DB}{\cos\alpha * \cos\gamma} \quad (10)$$

Выразим угол поворота зеркала γ

$$\gamma = \arccos \frac{DB * \sin(\alpha - \varphi)}{x * \cos\alpha} \quad (11)$$

3.2 Выбор фотоприемного устройства

В качестве приемника выбран оптический координатно-чувствительный приемник iC-ODL фирмы iC HAUS, описание которого приведено в приложении Д.

Непосредственно приемником излучения является фотодиод с двумя токовыми контактами. В зависимости от положения светового пятна токи, снимаемые с этих контактов, I_{AC1} и I_{AC2} меняются, причем зависимость токов от координаты линейна. Для дальнейших преобразований удобней использовать не токи, а напряжения, снимаемые с внешних резисторов, U_{AC1} и U_{AC2} . Далее эти напряжения должны поступать на дифференциальный усилитель, с которого снимается результирующее напряжение $U_X = U_{AC1} - U_{AC2}$, равное нулю при нахождении светового пятна в центре фотодиода. Координату смещения светового пятна можно рассчитать, воспользовавшись следующей формулой

$$\frac{U_{AC2} - U_{AC1}}{U_{AC2} + U_{AC1}} = \frac{U_X}{U_{AC2} + U_{AC1}} = \frac{2x}{L_x} \quad (12)$$

Получим выражение для координаты смещения

$$x = \frac{L_x U_X}{2(U_{AC2} + U_{AC1})}, \quad (13)$$

где x – координата смещения светового пятна, L_x – эффективная площадь фотодиода (8,3 мм), U_{AC1} – напряжение, снимаемое с выхода 1, U_{AC2} – напряжение, снимаемое с выхода 2, U_x – разность напряжений U_{AC2} и U_{AC1} .

Для удобства можно использовать не абсолютные значения напряжения, а относительные по отношению к максимально возможному напряжению выхода $U_{R1} = U_{AC1}/U_{max}$, $U_{R2} = U_{AC2}/U_{max}$, $U_{Rx} = U_x/U_{max}$, где $U_{max} = I_{max} R_1 = 5$ В. В этом случае формула для координаты x приобретает следующий вид

$$x = \frac{L_x U_{Rx}}{2} = \frac{L_x U_x}{2 U_{max}} \quad (14)$$

3.3 Выбор дифференциального усилителя напряжения

В качестве дифференциального усилителя напряжения выбран операционный усилитель КМ1432УД7, подробные данные о котором представлены в приложении Е.

Усилитель необходим для получения разности напряжений U_{AC2} и U_{AC1} , то есть U_x , и его усиления или ослабления для дальнейшей подачи на АЦП. Для этого используется дифференциальная схема включения операционного усилителя, изображенная на рисунке 7.

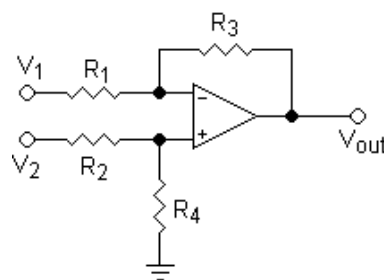


Рисунок 7 – Дифференциальная схема включения операционного усилителя

В случае выполнения равенств $R_1 = R_2$ и $R_3 = R_4$ выходное напряжение имеет следующий вид

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_x \frac{R_3}{R_1} \quad (15)$$

Максимальное входное напряжение на выбранном АЦП составляет 3 В, максимальное U_x – 5 В, следовательно должны быть выбраны следующие значения сопротивлений резисторов: $R_1 = R_2 = 30$ кОм, $R_3 = R_4 = 50$ кОм. Тогда выходное напряжение ОУ

$$U_{\text{ВЫХ}} = 0.6U_x \quad (16)$$

3.4 Выбор источника излучения

Рабочая длина приемника с внешним фильтром низких частот – 920 нм. Центральная частота пропускания – 100 кГц. Источник излучения должен быть выбран в соответствии с этими требованиями. Выбран лазерный диод D904-5 фирмы US-Lasers Inc. Длина волны излучения лазерного диода составляет 904 нм. Подробные данные о лазере представлены в приложении Ж. Источник излучения обладает маленькой мощностью, равной 5 мВт. Таким образом, система излучения полностью подходит для разрабатываемого устройства.

3.5 Выбор преобразователя напряжения

Исходя из технического задания, напряжение питания составляет 12В постоянного тока. Для питания фотоприемного устройства, усилителя, лазерного диода и микроконтроллера требуется напряжение 5 В. Мощность фотоприемного устройства равна 4.75 мВт, мощность усилителя составляет 22.5 мВт, мощность лазерного диода – 5 мВт, мощность микроконтроллера – 7.5 мВт. Суммарная мощность равна 39.75 мВт. Для обеспечения требуемого напряжения питания был выбран преобразователь с фиксированным выходным напряжением 5 В марки LM22675 фирмы National Semiconductor. Технические характеристики преобразователя приведены в приложении И. Мощность преобразователя составляет 5 Вт, чего более чем достаточно для питания схемы.

3.6 Выбор микроконтроллера

Для нашего устройства был выбран микроконтроллер ATtiny26(L) фирмы Atmel с 8-битным АЦП. Подробные данные об устройстве представлены в приложении К. Микроконтроллер имеет встроенный АЦП, поэтому нет необходимости в установке внешнего АЦП.

4 Разработка принципиальной электрической схемы, печатной платы и монтажной схемы устройства

Разработанная электрическая принципиальная схема представлена на отдельном листе курсового проекта с шифром КСУИ.257.3147.002 Э3. Перечень элементов представлен на отдельном листе курсового проекта с шифром КСУИ.257.3147.003 ПЭ. Печатные платы представлены на листе с шифром КСУИ.257.3147.004, монтажная схема – на листе с шифром КСУИ.257.3147.005 Э5.

5 Блок-схема программы

Блок-схема программы микроконтроллера представлена на рисунке 8.

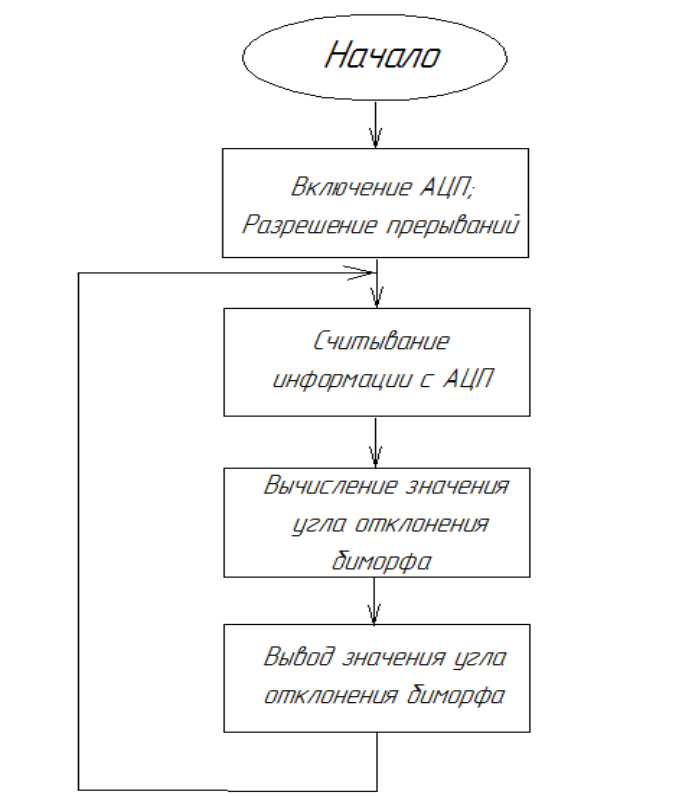


Рисунок 8 – Блок-схема программы микроконтроллера

6 Сборочный чертеж устройства

Сборочный чертеж устройства для измерения малых угловых перемещений представлен на листе КСУИ.257.3147.006 СБ в конце проекта. На сборочном чертеже представлен корпус, внутри которого расположены элементы устройства и объект измерений (биморфный элемент). В корпусе проделано отверстие, в котором с помощью эпоксидного клея закреплен биморфный элемент. Лазер крепится к корпусу с помощью специального крепления, которое фиксируется винтом и гайкой. Для закрепления платы на корпусе используются шпильки и гайки.

Заключение

В результате выполнения данной курсовой работы было разработано устройство для измерения малых угловых перемещений пластин биморфа, закрепленного консольно в горизонтальной плоскости. Устройство включает в себя лазерный излучатель и плату, на которой расположены все необходимые для обработки, вычислений и вывода элементы. Разработанное устройство содержит оптический датчик, позволяющий получить высокую точность измерений, преобразователь напряжения, необходимый для питания элементов схемы, дифференциальный усилитель и микроконтроллер со встроенным АЦП, который служит для обработки информации и вычисления угла отклонения пластин биморфа. Оптический датчик включает в себя лазерный диод, отражатель, закрепленный на торце объекта измерения, а также координатно-чувствительное фотоприемное устройство. Выходным сигналом устройства является 8-разрядный параллельный код ТТЛ.

Таким образом, разработанное устройство полностью соответствует техническому заданию. Элементы устройства доступны в настоящее время, что позволяет говорить о возможности его промышленного применения.

Литература

1. Устройство для измерения угловых перемещений [Электронный портал] –: URL: <http://www.findpatent.ru/> – 15.03.2014
2. Измеритель перемещений с объемной голограммой [Электронный портал] –: URL: <http://www.freepatent.ru/> – 15.03.2014
3. Оптическое устройство для измерения перемещений [Электронный портал] –: URL: <http://www.bankpatentov.ru/> – 15.03.2014
4. Реестр изобретений Российской Федерации [Электронный портал] –: URL: <http://www1.fips.ru/> – 15.03.2014
5. Пьезокерамические материалы для фильтров и резонаторов [Электронный портал] –: URL: <http://www.elpapiezo.ru/> – 10.04.2014
6. Черторийский А.А. Оптические приемно-передающие устройства. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 34 с.
7. В.И.Бойков, С.В. Быстров, А.С. Кремлев, К.А.Сергеев. Правила оформления курсовых и квалификационных работ. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 36 с.

Приложение А

Устройство для измерения угловых перемещений

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11)

2367903 (13) **C1**

(51) МПК
G01B7/30 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 27.03.2014 - действует
Пошлина: учтена за 6 год с 18.03.2013 по 17.03.2014

(21), (22) Заявка: 2008110302/28, 17.03.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.03.2008

(45) Опубликовано: [20.09.2009](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2313764 C1, 27.12.2007. RU 2311732 C1,
27.11.2007. SU 1499497 A2, 07.08.1989. SU 295128 A,
04.02.1971. GB 1113864 A, 15.05.1968. JP 60-187701 A1,
30.01.1985.

Адрес для переписки:
662972, Красноярский край, ЗАТО Железногорск, г.
Железногорск, ул. Ленина, 52, ФГУП НПО ПМ, Р.П.
Туркеничу

(72) Автор(ы):

Тыщенко Александр Константинович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "Научно-
производственное объединение
прикладной механики им. академика М.Ф.
Решетнева" (RU)

Блок-схема устройства представлена на рисунке А.1. Устройство содержит формирователь синусоиды 1, трансформаторный датчик угла 2, дифференциальный усилитель 3, устройство выборки-хранения 4, аналого-цифровой преобразователь 5, регистр данных 6, блок управления и синхронизации 7, генератор 8, измерительный резистор 9, схему температурной компенсации 10.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КСУИ.257.3147.001 ПЗ

Лист

18

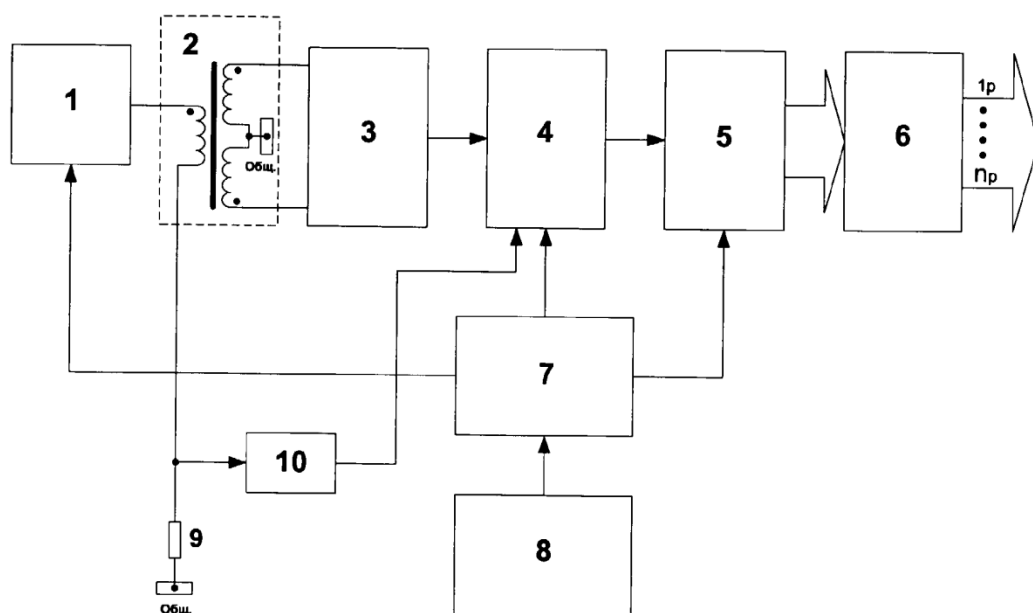


Рисунок А.1 – Блок-схема устройства для измерения угловых перемещений: 1 – формирователь синусоиды, 2 – трансформаторный датчик угла, 3 – дифференциальный усилитель, 4 – устройство выборки-хранения, 5 – аналого-цифровой преобразователь, 6 – регистр данных, 7 – блок управления и синхронизации, 8 – генератор, 9 – измерительный резистор, 10 – схема температурной компенсации

На вход трансформаторного датчика угла подается синусоидальное напряжение с выхода формирователя синусоиды. Выходное синусоидальное напряжение трансформаторного датчика угла подается на вход дифференциального усилителя. Усиленное до необходимой величины напряжение $U_{\text{ду}}$, поступает на вход устройства выборки-хранения.

Последовательно с входной обмоткой трансформаторного датчика включен измерительный резистор. Напряжение $U_{\text{Ризм}}$, падающее на измерительном резисторе, является функцией от температуры, т.к. при изменении температуры изменяется сопротивление входной обмотки трансформаторного датчика угла, т.е. перераспределяются падающие напряжения на входной обмотке трансформаторного датчика угла и на

измерительном резисторе. Напряжение $U_{\text{Ризм}}$ поступает на вход схемы температурной компенсации, где выпрямляется и усиливается до необходимой величины.

Напряжение $U_{\text{стк}}$ подается на вход устройства выборки-хранения. В устройстве выборки-хранения это напряжение поступает на инвертирующий вход усилителя, где суммируется с измеряемым напряжением, корректирует его, осуществляя, таким образом, температурную компенсацию. Резистор в устройстве выборки-хранения подбирается таким образом, чтобы температурное изменение корректирующего и измеряемого напряжений имело одинаковую величину. В результате эти изменения, имеющие одинаковую величину и противоположные знаки, будут взаимно компенсироваться, и колебания температуры не будут оказывать влияния на измеряемое напряжение, повышая точность измерения угла.

Скомпенсированное измеряемое напряжение $U_{\text{увх}}$ с выхода устройства выборки-хранения поступает на вход аналого-цифрового преобразователя, где преобразуется в цифровой код $N=f(\alpha)$, пропорциональный углу поворота чувствительного элемента трансформаторного датчика угла. Момент запуска преобразования $U_{\text{ду}}$ в цифровой код задерживается на время Δt для исключения влияния переходных процессов. Процессы формирования синусоиды, выборки-хранения и аналого-цифрового преобразования синхронизированы частотой генератора. Положение выборки на синусоиде $U_{\text{ду}}$ выбирается из условия необходимой крутизны выходной характеристики трансформаторного датчика угла.

Приложение Б

Измеритель перемещений с объемной голограммой

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾

(51) МПК 7

2169348⁽¹³⁾ C1

G01B9/021, G01C22/00

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 07.04.2014 - прекратил действие
Пошлина: учтена за 6 год с 29.09.2004 по 28.09.2005

(21), (22) Заявка: 99120531/28, 28.09.1999

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.09.1999

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2001

(45) Опубликовано: 20.06.2001

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: Батраков А.С. и др. Лазерные
измерительные системы, Радио и Связь, 1981,
с.456. SU 715832 А, 15.02.1980. Островский Ю.Н.
Голографическая интерферометрия, 1977, с.259-
260.

Адрес для переписки:
344090, г.Ростов-на-Дону, пр. Стачки 200/1, ИМ и
ПМ РГУ

(71) Заявитель(и):

Научно-исследовательский институт
механики и прикладной математики
Ростовского государственного
университета

(72) Автор(ы):

Паринов И.А.,
Прыгунов А.Г.,
Рожков Е.В.,
Трепачев В.В.,
Попов А.В.

(73) Патентообладатель(и):

Научно-исследовательский институт
механики и прикладной математики
Ростовского государственного
университета

Измеритель перемещений с объемно голограммой, схема которого представлена на рисунке Б.1, содержит точечный источник когерентного оптического излучения 1, оптическую систему 2, светоделитель – фотопластинку с объемной Фурье-голограммой 3, отражатель 4, фотоприемное устройство 5.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КСУИ.257.3147.001 ПЗ

Лист

21

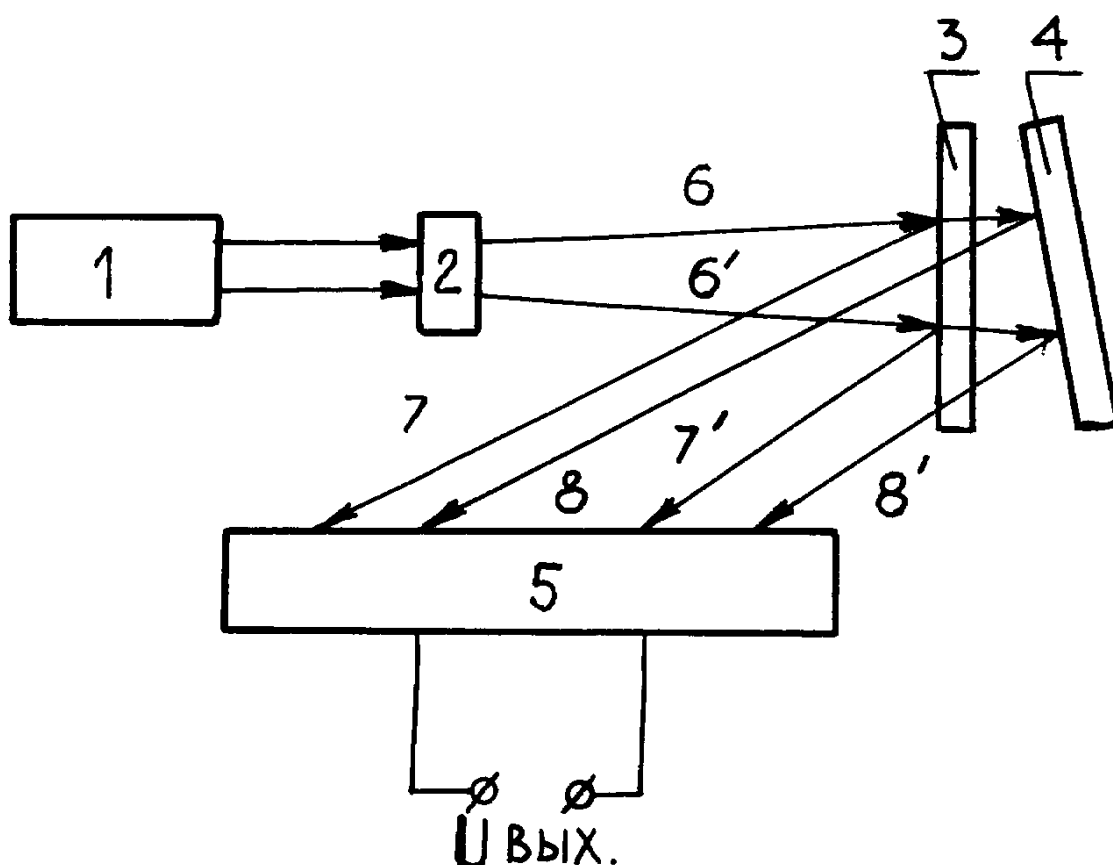


Рисунок Б.1 – Схема измерителя перемещений с объемной голограммой: 1 – источник оптического излучения, 2 – оптическая система, 3 – светоделиватель, 4 – отражатель, 5 – фотоприемное устройство, 6-6' – световой поток, 7-7' – реконструированный световой поток, 8-8' – отраженный световой поток

Устройство работает следующим образом. Световой поток от опорного точечного источника 1 попадает на оптическую систему 2, которая расширяет его и направляет в плоскость голограммы 3. В результате дифракции светового потока 6-6' на голограмме 3 формируется реконструированный световой поток 7-7', направляемый в плоскость фотоприемного устройства 5. Кроме того, создается световой поток, пронизывающий голограмму 3 насквозь и попадающий на отражатель 4, который направляет его обратно на голограмму 3. Часть светового потока от

отражателя 4 проходит сквозь голограмму 3 (поток по направлению 8-8') и попадает в плоскость фотоприемного устройства 5. Световые потоки по направлениям 7-7' и 8-8' интерферируют в плоскости фотоприемного устройства 5 и образуют интерференционную картину в виде темных и светлых колец эллиптической формы с малым эксцентриситетом.

Перемещение отражателя 4 вызывает изменение параметров интерферограммы, фиксируемые фотоприемным устройством 5. С выходов последнего электрические сигналы, адекватные изменениям характера интенсивности света в его плоскости, поступают на устройства обработки, хранения и индикации, позволяющие осуществить процесс автоматизации измерений.

Приложение В

Оптическое устройство для измерения перемещений

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾

2407988⁽¹³⁾ C2

(51) МПК

G01B9/02 (2006.01)

G01B11/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 07.04.2014 - прекратил действие, но может быть восстановлен
Пошлина: учтена за 3 год с 21.01.2011 по 20.01.2012

(21), (22) Заявка: 2009101829/28, 20.01.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.01.2009

(43) Дата публикации заявки: 27.07.2010

(45) Опубликовано: 27.12.2010

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 4413422 A, 08.11.1983. RU 2237864 C1,
10.10.2004. JP 6167305 A, 14.06.1994. TW 230779 B,
11.04.2005. SU 911175 A1, 07.03.1982.

Адрес для переписки:

344090, г.Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1,
ФГАОУВПО "ЮФУ", НИИ МиПМ им.И.И.Воровича,
ведущему инженеру-патентоведу Н.Б.Шишлиной

(72) Автор(ы):

Мирошниченко Игорь Павлович (RU),
Паринов Иван Анатольевич (RU),
Рожков Евгений Васильевич (RU),
Серкин Александр Геннадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Южный
федеральный университет" (RU)

Оптическое устройство для измерения перемещений, представленное на рисунке В.1, содержит основание 1, опорную плиту 2 с центральным отверстием 3, скрепленную с основанием 1 при помощи устройства 4 для регулировки и фиксации ее положения, цилиндрический корпус 5, в полости 6 которого размещены источник 7 когерентного оптического излучения и оптическая система 8, фотоприемное устройство 9, выполненное в виде прямоугольной матрицы фотоприемников с центральным отверстием 10, соосным центральному отверстию 3 плиты 2, конический корпус 11 с фланцами 12 и 13, жестко скрепленными соответственно с большим и малым основаниями конуса, светоделитель 14, жестко закрепленный на фланце 13, отражатель 15, жестко закрепленный на поверхности 16 объекта контроля 17.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КСУИ.257.3147.001 ПЗ

Лист

24

Плита 2 имеет наружную 18 и внутреннюю 19 поверхности, при этом последняя обращена к поверхности 16 объекта контроля 17.

Фотоприемное устройство 9 жестко закреплено на внутренней поверхности 19 плиты 2.

Цилиндрический корпус 5 размещен на наружной поверхности 18 плиты 2 соосно отверстию 3 плиты 2 и отверстию 10 устройства 9 при помощи крепежных элементов 20, обеспечивающих регулировку и фиксацию его положения.

Конический корпус 11 установлен на внутренней поверхности 19 соосно цилиндрическому корпусу 5, отверстию 3 плиты 2 и отверстию 10 фотоприемного устройства 9 при помощи крепежных элементов 21, обеспечивающих регулировку и фиксацию его положения.

На фланце 13 конического корпуса 11 одним концом жестко закреплена эластичная светонепроницаемая мембрана 22, выполненная в виде кольца и опирающаяся противоположным концом на поверхность 16 объекта контроля 17.

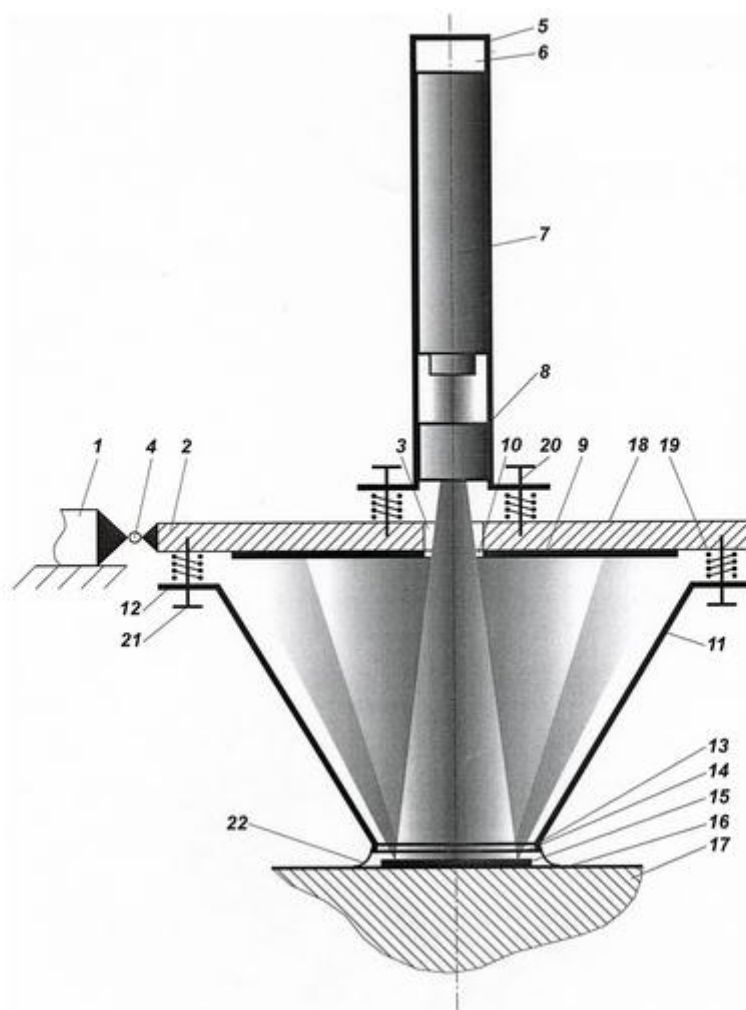


Рисунок В.1 – Схема оптического устройства для измерения перемещений: 1 – основание, 2 – опорная плита, 3 – отверстие, 4 – устройство для регулировки и фиксации положения, 5 – цилиндрический корпус, 6 – полость корпуса, 7 – источник когерентного оптического излучения, 8 – оптическая система, 9 – фотоприемное устройство, 10 – отверстие, 11 – конический корпус, 12, 13 – фланцы, 14 – светоделитель, 15 – отражатель, 16 – поверхность объекта контроля, 17 – объект контроля, 18 – наружная поверхность плиты, 19 – внутренняя поверхность плиты, 20, 21 – крепежные элементы, 22 – светонепроницаемая мембрана

Излучение источника 7 когерентного оптического излучения после прохождения оптической системы 8 преобразуется в расходящийся пучок, проходит через отверстия 3 плиты 2 и 10 фотоприемного устройства 9 и попадает на светоделитель 14, где происходит его разделение - одна часть отражается от поверхности светоделителя 14 (опорный пучок), а вторая часть - от отражателя 15 (объектный пучок), жестко закрепленного на поверхности 16 объекта контроля 17.

Полученная при совмещении опорного и объектного пучков интерференционная картина, представляющая собой совокупность колец различной интенсивности, проецируется на фотоприемное устройство 9.

Фотоприемное устройство 9 при перемещении поверхности 16 объекта контроля 17 регистрирует изменение интенсивности оптического поля интерференционной картины, которое соответствует величине данного перемещения.

Результаты измерений от фотоприемного устройства 9 передаются в устройство для регистрации и отображения результатов измерений (на рисунке В.1 не показано).

Приложение Г



Espacenet

Bibliographic data: US3810699 (A) — 1974-05-14

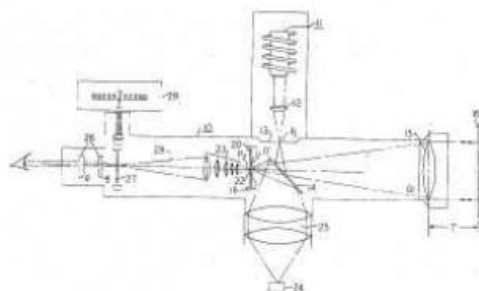
MEASURING SMALL DISPLACEMENTS

No documents available for this priority number.

Inventor(s): COURTNEY PRATT J ± (COURTNEY PRATT J,US)
Applicant(s): BELL TELEPHONE LABOR INC ± (BELL TEL LABOR INC,US)
Classification: - international: **G01B11/26**; (IPC1-7): G01B11/26
- cooperative: **G01B11/26**
Application number: US19710214243 19711230
Priority number(s): US19710214243 19711230

Abstract of US3810699 (A)

A modified autocollimator is disclosed which uses the position of a hole placed in a thin opaque film by a reflected laser pulse as a measure of angular displacement of a surface of interest. The hole has a hard, definite edge which can be targeted with greater measurement accuracy than conventional diffraction limited Rayleigh spots.



Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КСУИ.257.3147.001 ПЗ

Лист

28

Приложение Д

Координатно-чувствительный приемник iC-ODL

iC-OD, iC-ODL

OPTICAL POSITION-SENSITIVE DETECTOR (PSD)



Rev D4, Page 1/11

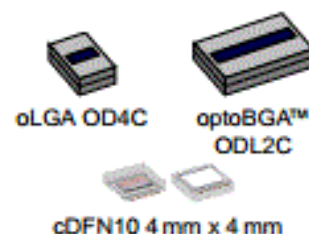
FEATURES

Low-noise current amplifier with an integrated position-sensitive photodiode
High reliability due to monolithic design
Effective photodiode area: 2.6 mm x 0.88 mm (iC-OD) resp. 8.4 mm x 0.88 mm (iC-ODL)
High sensitivity for visible light and near infrared
Integrated bandpass filter with 100 kHz center frequency
High background light suppression
Analogue current source output
Minimum external circuitry required
Low power consumption from 3.9 to 13.2 V supply voltage

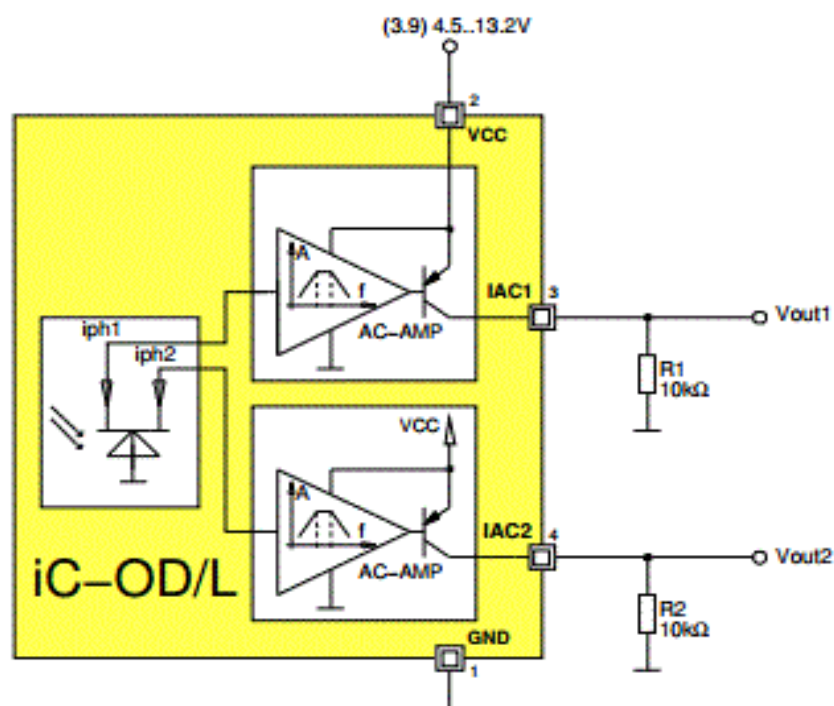
APPLICATIONS

Position-sensitive detection of pulse lights
Receiver for motion or proximity sensors

PACKAGES



BLOCK DIAGRAM



Pin numbers given for iC-OD oLGA OD4C

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КСУИ.257.3147.001 ПЗ

Лист

29

iC-OD, iC-ODL OPTICAL POSITION-SENSITIVE DETECTOR (PSD)



Rev D4, Page 8/11

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Operating Conditions: VCC = 4.5...13.2 V, $\lambda = 880$ nm, Tj = -25...85 °C, unless otherwise noted

Item No.	Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Total Device							
001	VCC	Permissible Supply Voltage VCC	Tj = -25...85 °C Tj = 0...60 °C	4.5 3.9		13.2 13.2	V V
002	I(VCC)	Supply Current in VCC	Iph = 0 Tj = 27 °C	0.55	0.95	2.4	mA mA
003	Vs()	Saturation Voltage at IAC1, IAC2	Vs() = VCC - V(); I() = -400 μ A			0.5	V
004	ID()	Output Bias Current in IAC1, IAC2	Iph = 0 Tj = 27 °C	-210	-108		μ A μ A
Photodiode							
101	S(λ) _{max}	Spectral Sensitivity			0.5		A/W
102	λ_{ar}	Range of Spectral Sensitivity	Se(λ_{ar}) = 0.1 x S(λ) _{max}	500		1050	nm
103	A _{ph} ()	Radiant Sensitive Area IC-OD			2.63 x 0.88		mm ²
104	A _{ph} ()	Radiant Sensitive Area IC-ODL			8.42 x 0.88		mm ²
Photo Current Amplifier IAC1, IAC2							
201	I()	Output Current Operating Range in IAC1, IAC2		-500		0	μ A
202	Pe(I _{pk})	Permissible Irradiance for Alternating Light (peak value)	f = fc; IC-OD IC-ODL			2.2 0.7	μ W μ W
203	ISUM	Sum of Output Currents (RMS)	ISUM = I(IAC1) + I(IAC2); f = fc, Ee(I) _{acc} = 30 μ W/cm ² Tj = 27 °C	-25	-50		μ A μ A
204	Iph(I _{dc})	DC Photo Current Capability	Position of light spot arbitrary Tj = -25...85 °C Tj = 0...60 °C Tj = 27 °C, position of light spot centered	2.7 4.5	16		μ A μ A μ A
205	Ev(I _{acc})	Permissible Ambient Light Level	Standard Illuminant A at T = 2856 K; IC-OD IC-ODL		250 75		lx lx
206	fc	Bandpass Center Frequency			100		kHz
207	Q	Filter Q-Factor	Q = fc / (f _{hc} - f _{lc})	0.35	0.5	0.52	
208	I(I)/ISUM	Single Amplifier Output Current to Sum of Output Currents	f = fc, position of light spot centered	0.40		0.60	
209	I(I) _{min} /ISUM	Smaller Output Current to Sum of Output Currents	f = fc, position of light spot 1 mm out of center	0.13		0.18	
210	Ai(I) _{lc}	Photo Current Gain for Alternating Light	Ai(I) _{lc} = ISUM / (Iph1 + Iph2); f = fc, position of light spot centered	44	48	52	dB
211	dAi(I) _{lc}	Change of Photo Current Gain	f = fc, position of light spot 1 mm out of center	-10		10	%
212	Ai(I) ₁₀₀	Low-Frequency Photo Current Gain	f = 100 Hz	1	3	6	dB
213	Vn(Vout)	RMS Noise Voltage	With external filter: R1, R3 = 10 k Ω , C1, C3 = 120 pF; R2, R4 = 50 k Ω , C2, C4 = 100 pF (see Fig. 6)		2.1	2.8	mV
214	t _{on} (VCC)	Power-on Setup Time	Tj = 27 °C		30	50	μ s μ s
215	t _{on} (VCC)	Power-on Setup Time	VCC = 0 ... 4 V; Tj = 0...60 °C Tj = 27 °C		70	100	μ s μ s

iC-OD, iC-ODL OPTICAL POSITION-SENSITIVE DETECTOR (PSD)



Rev D4, Page 10/11

Example: external filter

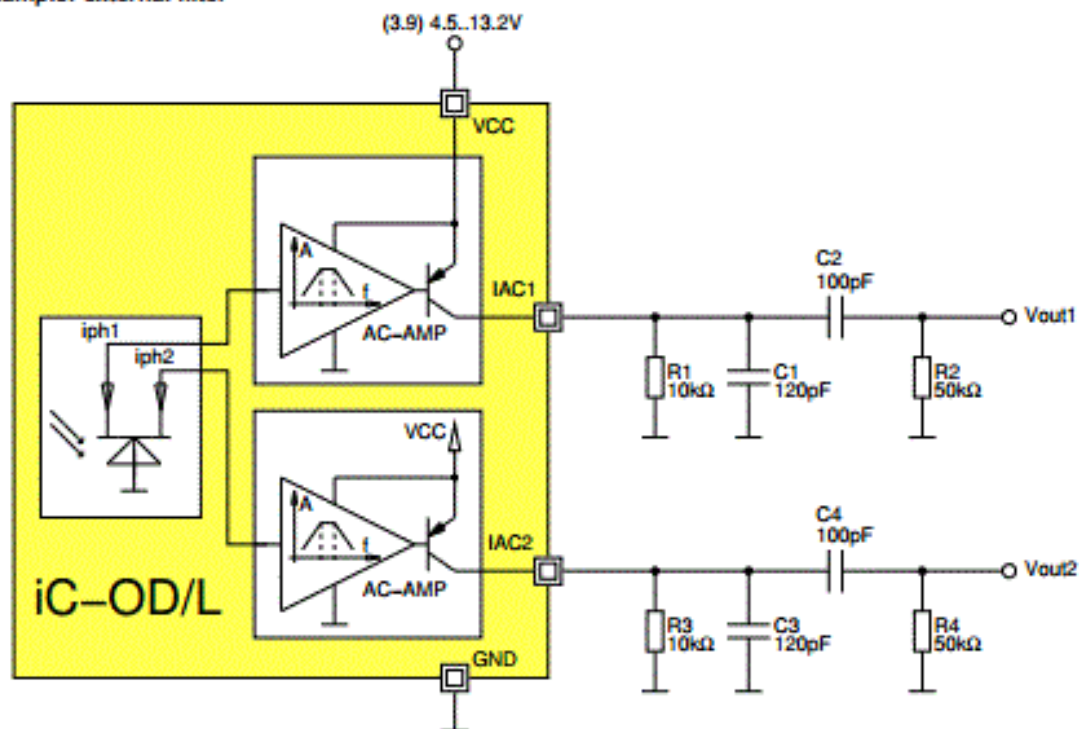


Figure 6: External filter to detach the DC-portion and to reduce the noise

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КСУИ.257.3147.001 ПЗ

Лист

31

Приложение Е

Дифференциальный усилитель КМ1432УД7Б

Расположение выводов, размеры и упрощенное изображение устройства представлены на рисунке Е.1.

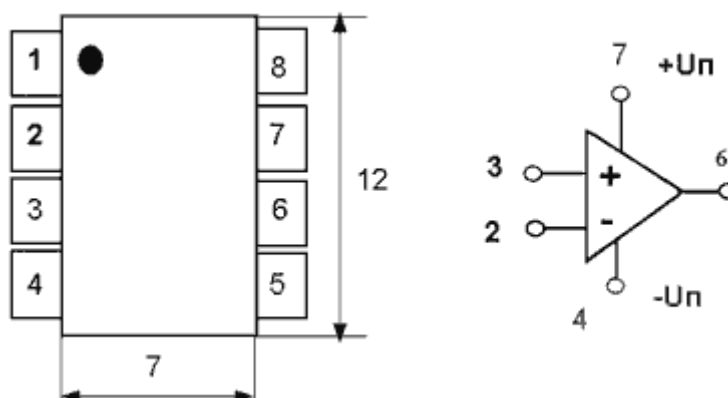


Рисунок Е.1 - Расположение выводов, размеры и упрощенное изображение операционного усилителя КМ1432УД7Б

Назначение выводов:

- 1 – не подключен
- 2 – инвертирующий вход
- 3 – неинвертирующий вход
- 4 – “-” напряжения питания
- 5 – не подключен
- 6 – выход ОУ
- 7 - “+” напряжения питания
- 8 – не подключен

Основные электрические параметры усилителя представлены в таблице Е.1.

Таблица Е.1 –Параметры операционного усилителя КМ1432УД7Б

Параметр, единица измерения	Условия	К1432УД7Б		
		мин.	тип.	макс
Полоса пропускания (-3 дБ) для малого сигнала, МГц	$A_v = +1$		100	
	$A_v = +2$	60	80	
	$A_v = +10$		60	
Полоса пропускания (-3 дБ) для большого сигнала, МГц	$A_v = +2$ $\Delta U_{\text{вых}} = 2 \text{ В}$		70	
	$A_v = +10$ $\Delta U_{\text{вых}} = 4 \text{ В}$		55	
Скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс	$R_n = 1 \text{ кОм}$ $\Delta U_{\text{вых}} =$	150	200	
		4 В		
Время установления (0,1%), нс	$U_{\text{вых}} = 2 \text{ В}$		60	
Гармонические искажения на частоте 1 МГц, дБ	$\Delta U_{\text{вых}} = 2 \text{ В}$ $R_n = 1 \text{ кОм}$		-72	
Напряжение смещения, мВ			± 2	± 5
Входное сопротивление, кОм		100		
Входная емкость, пФ			5	
Максимальное выходное напряжение, В			± 4	
Выходной ток, мА			30	
Напряжение питания, В		$\pm 2,5$	± 5	± 7
Ток потребления, мА			4,5	6

Приложение Ж

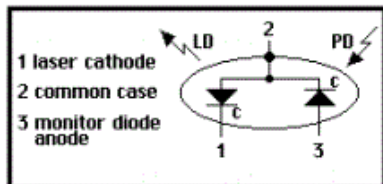
Светодиодный лазер с коллиматором D904-5

US-Lasers: 904nm-5mW - Infrared Laser Diode

[Back to Laser Diodes](#)

INFRARED DIODE LASER DATA SHEETS

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS - (Tc=25 °C)

TECHNICAL DATA for LASER DIODE <ul style="list-style-type: none">• Index Guided MQW Structure• Wavelength: 904nm (Typ)• Optical Power: 5mW CW• Threshold Current: 20mA (Typ)• Standard Package: 5.6mm		
Infrared light output	904nm	
Optical power output	5mW CW	
Package Type	5.6mm	
Built-in photo diode for monitoring laser output		
		Pin Out Diagram - Style A

Items	Symbols	Values	Unit
Optical output power	Po	5	mW
Laser diode reverse voltage	VLDR	2	V
Photo diode reverse voltage	VPDR	30	V
Operating temperature	Topr	-10 ~ +40	°C
Storage temperature	Tstg	-40 ~ +85	°C

OPTICAL and ELECTRICAL CHARACTERISTICS - (Tc=25 °C)

Items	Symbols	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Condition
Optical output power	Po	-	5	-	mW	-
Threshold current	Ith	10	20	35	mA	-
Operating current	Iop	15	25	45	mA	Po=5mW
Operating voltage	Vop	2.0	2.4	2.7	V	Po=5mW
Lasing wavelength	λ D	894	904	914	nm	Po=5mW
Beam divergence	θ F	8	10	11	deg	Po=5mW
Beam divergence	θ z	25	31	40	deg	Po=5mW
Slope Efficiency (mW/mA)	η	0.4	0.5	0.7	-	-
Monitor current	Im	10	100	200	μ A	Po=5mW, Vr=5V
Astigmatism	As	-	11	-	μ m	Po=5mW
MTTF			3000-5,000 hrs.			Po=5mW, NA=0.4
Emitter Size		1 x4 Microns				
Emitter Distance to Cap Lens		0.3mm				
Structure		Index Guided				

Лист

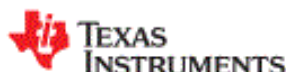
КСУИ.257.3147.001 ПЗ

34

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Приложение И

Преобразователь напряжения LM22675



LM22675

www.ti.com

SNVS591K – SEPTEMBER 2008 – REVISED MARCH 2013

LM22675/LM22675Q 42V, 1A SIMPLE SWITCHER® Step-Down Voltage Regulator with Features

Check for Samples: [LM22675](#)

FEATURES

- Wide Input Voltage Range: 4.5V to 42V
- Internally Compensated Voltage Mode Control
- Stable with Low ESR Ceramic Capacitors
- 200 mΩ N-Channel MOSFET
- Output Voltage Options:
 - -ADJ (Outputs as Low as 1.285V)
 - -5.0 (Output Fixed to 5V)
- $\pm 1.5\%$ Feedback Reference Accuracy
- Switching Frequency of 500 kHz
- -40°C to 125°C Operating Junction Temperature Range
- Precision Enable Pin
- Integrated Boot-Strap Diode
- Integrated Soft-Start
- Fully WEBENCH® Enabled
- Step-Down and Inverting Buck-Boost Applications
- LM22675Q is an Automotive Grade Product that is AEC-Q100 Grade 1 Qualified (-40°C to +125°C Operating Junction Temperature)
- SO PowerPAD-8 (Exposed Pad) Package

APPLICATIONS

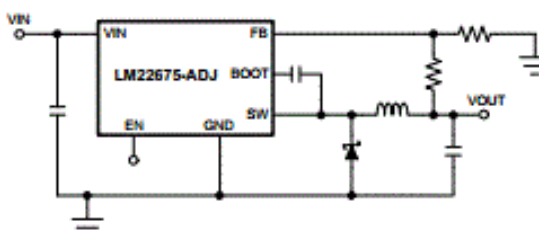
- Industrial Control
- Telecom and Datacom Systems
- Embedded Systems
- Conversions from Standard 24V, 12V and 5V Input Rails

DESCRIPTION

The LM22675 switching regulator provides all of the functions necessary to implement an efficient high voltage step-down (buck) regulator using a minimum of external components. This easy to use regulator incorporates a 42V N-channel MOSFET switch capable of providing up to 1A of load current. Excellent line and load regulation along with high efficiency (>90%) are featured. Voltage mode control offers short minimum on-time, allowing the widest ratio between input and output voltages. Internal loop compensation means that the user is free from the tedious task of calculating the loop compensation components. Fixed 5V output and adjustable output voltage options are available. A switching frequency of 500 kHz allows for small external components and good transient response. A precision enable input allows simplification of regulator control and system power sequencing. In shutdown mode the regulator draws only 25 μ A (typ.). Built in soft-start (500 μ s, typ) saves external components. The LM22675 also has built in thermal shutdown, and current limiting to protect against accidental overloads.

The LM22675 is a member of Texas Instruments' SIMPLE SWITCHER® family. The SIMPLE SWITCHER concept provides for an easy to use complete design using a minimum number of external components and the TI WEBENCH design tool. TI's WEBENCH tool includes features such as external component calculation, electrical simulation, thermal simulation, and Build-It boards for easy design-in.

Simplified Application Schematic



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

SIMPLE SWITCHER, WEBENCH are registered trademarks of Texas Instruments.

All other trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2008–2013, Texas Instruments Incorporated

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КСУИ.257.3147.001 ПЗ

Лист

35

Connection Diagram

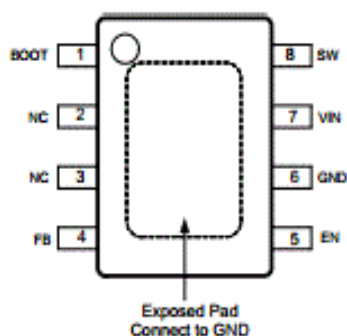


Figure 1. 8-Lead SO PowerPAD-8 Package
See Package Number DDA0008B

PIN DESCRIPTIONS

Pin No.	Name	Description	Application Information
1	BOOT	Bootstrap input	Provides the gate voltage for the high side NFET.
2, 3	NC	Not Connected	Pins are not electrically connected inside the chip. Pins do function as thermal conductor.
4	FB	Feedback pin	Feedback input to regulator.
5	EN	Enable Input	Used to control regulator start-up and shutdown. See Precision Enable section of data sheet.
6	GND	Ground input to regulator; system common	System ground pin.
7	VIN	Input Voltage	Input supply to regulator
8	SW	Switch pin	Switching output of regulator
EP	EP	Exposed Pad	Connect to ground. Provides thermal connection to PCB. See Application Information .



These devices have limited built-in ESD protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

Absolute Maximum Ratings⁽¹⁾⁽²⁾

V _{IN} to GND	43V
EN Pin Voltage	-0.5V to 6V
SW to GND ⁽³⁾	-5V to V _{IN}
BOOT Pin Voltage	V _{SW} + 7V
FB Pin Voltage	-0.5V to 7V
Power Dissipation	Internally Limited
Junction Temperature	150°C
For soldering specifications, refer to the following document: www.ti.com/lit/snoa549	
ESD Rating ⁽⁴⁾	
Human Body Model	±2 kV
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

- (1) Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur, including inoperability and degradation of device reliability and/or performance. Functional operation of the device and/or non-degradation at the Absolute Maximum Ratings or other conditions beyond those indicated in the recommended Operating Ratings is not implied. The recommended Operating Ratings indicate conditions at which the device is functional and should not be operated beyond such conditions.
- (2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the Texas Instruments Sales Office/ Distributors for availability and specifications.
- (3) The absolute maximum specification of the 'SW to GND' applies to DC voltage. An extended negative voltage limit of -10V applies to a pulse of up to 50 ns.
- (4) ESD was applied using the human body model, a 100 pF capacitor discharged through a 1.5 kΩ resistor into each pin.

Operating Ratings⁽¹⁾

Supply Voltage (V _{IN})	4.5V to 42V
Junction Temperature Range	-40°C to +125°C

- (1) Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur, including inoperability and degradation of device reliability and/or performance. Functional operation of the device and/or non-degradation at the Absolute Maximum Ratings or other conditions beyond those indicated in the recommended Operating Ratings is not implied. The recommended Operating Ratings indicate conditions at which the device is functional and should not be operated beyond such conditions.

Electrical Characteristics

Limits in standard type are for $T_J = 25^\circ\text{C}$ only; limits in **boldface type** apply over the junction temperature (T_J) range of -40°C to $+125^\circ\text{C}$. Minimum and Maximum limits are ensured through test, design, or statistical correlation. Typical values represent the most likely parametric norm at $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$, and are provided for reference purposes only. Unless otherwise specified: $V_{IN} = 12\text{V}$.

Parameter		Test Conditions	Min (1)	Typ (2)	Max (1)	Units
LM22675-5.0						
V _{FB}	Feedback Voltage	V _{IN} = 8V to 42V	4.925/4.9	5.0	5.075/5.1	V
LM22675-ADJ						
V _{FB}	Feedback Voltage	V _{IN} = 4.7V to 42V	1.266/1.259	1.285	1.304/1.311	V
All Output Voltage Versions						
I _Q	Quiescent Current	V _{FB} = 5V		3.4	6	mA
I _{STDBY}	Standby Quiescent Current	EN Pin = 0V		25	40	μA
I _{CL}	Current Limit		1.3/1.2	1.5	1.7/1.8	A
I _L	Output Leakage Current	V _{IN} = 42V, EN Pin = 0V, V _{SW} = 0V		0.2	2	μA
		V _{SW} = +1V		0.1	3	μA
R _{DS(ON)}	Switch On-Resistance			0.2	0.24/0.32	Ω
f _O	Oscillator Frequency		400	500	600	kHz
T _{OFFMIN}	Minimum Off-time		100	200	300	ns
T _{ONMIN}	Minimum On-time			100		ns
I _{BIAS}	Feedback Bias Current	V _{FB} = 1.3V (ADJ Version Only)		230		nA
V _{EN}	Enable Threshold Voltage	Falling	1.3	1.6	1.9	V
V _{ENHYSY}	Enable Voltage Hysteresis			0.6		V
I _{EN}	Enable Input Current	EN Input = 0V		6		μA
T _{SD}	Thermal Shutdown Threshold			150		°C
θ _{JA}	Thermal Resistance	MIR package, Junction to ambient thermal resistance (3)		60		°C/W

- (1) Min and Max limits are 100% production tested at 25°C . Limits over the operating temperature range are ensured through correlation using Statistical Quality Control (SQC) methods. Limits are used to calculate TI's Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (2) Typical values represent most likely parametric norms at the conditions specified and are not ensured.
- (3) The value of θ_{JA} for the SO PowerPAD-8 exposed pad package of 60°C/W is valid if package is mounted to 1 square inch of copper. The θ_{JA} value can range from 42 to 115°C/W depending on the amount of PCB copper dedicated to heat transfer.

Приложение К

Микроконтроллер ATtiny26(L)

Назначение выводов устройства изображено на рисунке К.1.

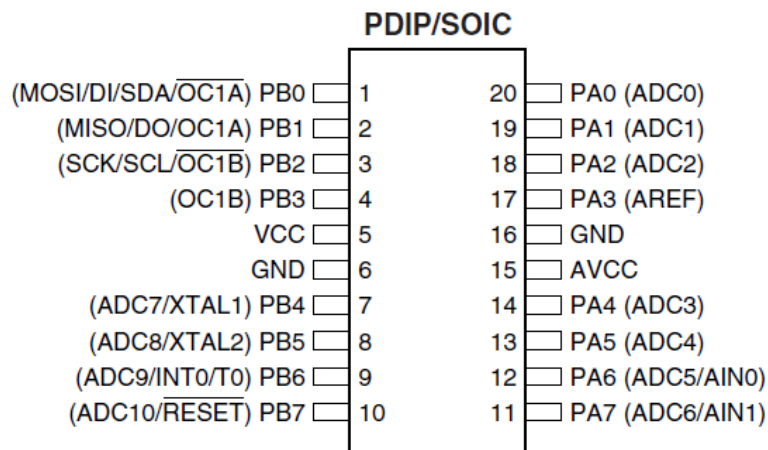


Рисунок К.1 – Назначение выводов микроконтроллера ATtiny26(L)

Основные параметры микроконтроллера представлены в таблице К.1.

Таблица К.1 – Параметры микроконтроллера ATtiny26(L)

Ядро	AVR
F, МГц	от 0 до 16
Память: Flash , кБ	2
Память: RAM , кБ	0.125
Память: EEPROM , кБ	0.125
I/O (макс.) , шт.	16
Таймеры: 8-бит , шт	2
Таймеры: Каналов ШИМ , шт	2
Таймеры: RTC	Нет
Интерфейсы: SPI , шт	1
Аналоговые входы: Разрядов АЦП , бит	10
Аналоговые входы: Каналов АЦП , шт	11
Аналоговые входы: Быстродействие АЦП , kSPS	15
Аналоговые входы: Аналоговый компаратор , шт	2
V_{CC} , В	от 2.7 до 5.5
I_{CC} , мА	1.5
T_д , °C	от -40 до 85
Корпус	DIP-20 SOIC-20 MLF-32