

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА (КБГУ)»**

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра «Мехатроника и робототехника»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП _____ Х.М. Сенов

« _____ » _____ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____ Н.В. Черкесова

« _____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике»

Направление подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки
Промышленная робототехника и робототехнические системы

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик 2021

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины по выбору вариативной части блока 1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника в 7, 8 семестрах на 4 курсе.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки *15.03.06 «Мехатроника и робототехника»* утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015 г. № 206

СОДЕРЖАНИЕ

		с.
1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	
3	Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	
4	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	
5	Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины	
9	Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель учебной дисциплины «Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике» является формирование у студентов знаний о современных сенсорных системах; овладение принципами функционирования и методами реализации сенсорных систем мехатронных и робототехнических систем (РТС) различного назначения, базовыми определениями и понятиями в этих областях; расширение кругозора студентов за счет выявления общих закономерностей в принципах построения датчиков и подсистем обработки тактильной, зрительной и других видов сенсорных систем в мехатронных и РТС и в живых организмах.

Курс «Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике» ставит перед собой следующие задачи:

- изучение типов сенсорных систем и алгоритмов обработки, поступающей с них информации, применяемые при создании систем для решения задач мехатроники и робототехники.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Дисциплина преподается посредством чтения лекций и проведения практических и лабораторных занятий.

Дисциплина является базой для изучения последующих дисциплин профессионального цикла.

Изучение дисциплины базируется на фундаментальных знаниях в области математики, информатики и дискретной математики.

Полученные при изучении данной дисциплины знания используются при изучении дисциплины «Проектирование роботов и РТС», а также в дипломном проектировании.

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

а) профессиональных (ПК):

- способностью настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств (ПК-29).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные типы сенсорных систем осязания и адаптации современных мехатронных и РТС, принципы их работы, характеристики, области применения, способы обработки измерительных сигналов и передачи их по различным каналам связи (31);
- способы структурной и аппаратной реализации различных типов сенсорных систем, особенности их эксплуатации (32);
- направления развития сенсорных систем робототехнических устройств с учетом использования наиболее перспективных типов измерительных преобразователей (33).

Уметь:

- обосновать выбор сенсорных систем для конкретной задачи, выполняемой роботом (У1);
- согласовывать первичные преобразователи с вторичной аппаратурой, выбирать необходимые виды преобразования измерительного сигнала, требуемую разрядность

цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей, вид модуляции, частоту дискретизации (У2);

- грамотно выбрать каналы передачи измерительной информации и способы ее защиты от помех и наводок (У3);
- обосновать выбирать структуры, основных параметров и алгоритмов работы сенсорных системы (У4).

Владеть:

- навыками исследования характеристик датчиков (В1);
- навыками выбора датчиков физических величин (В2);
- навыками постановки и решения задач оцувствления роботов (В3).

4 Содержание и структура дисциплины (модуля)

4.1 Содержание разделов дисциплины

№ разд.	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
1.	Введение. Основные понятия и определения. Бионические аспекты сенсорных систем.	Основные понятия и определения. Место сенсорных систем в адаптивных системах управления роботами. Классификация датчиков. Бионические аспекты сенсорных систем. Признаки сенсорных функций бионических систем. Кинестетическая рецепция. Слуховая рецепция. Зрительная рецепция. Особенности тактильной рецепции.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете
2.	Общие сведения о датчиках сенсорных систем.	Датчики и их характеристики. Полоса пропускания датчика, быстродействие. Процесс измерения, информационная модель. Погрешность измерения, основные типы погрешностей измерения. Способы компенсации и учета погрешности измерения.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете
3.	Элементы сенсорных систем. Оптические чувствительные элементы.	Чувствительные элементы датчиков. Оптические элементы, светодиоды, полупроводниковые фотодиодные приборы, принцип действия, назначение и область применения в робототехнике. Пирозлектрические фотоприемники. Оптроны, классификация, характеристики и область применения.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете Практические занятия Лабораторные работы
4.	Фотоэлектрические датчики положения.	Общие сведения. Растровые оптические датчики положения. Импульсные оптические датчики положения. Кодовые оптические датчики положения. Прецизионные оптические датчики положения.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете
5.	Резистивные чувствительные элементы. Датчики Холла. Пьезоэлектрические чувствительные элементы.	Резистивные датчики положения, характеристики, область применения, схемы включения. Бесконтактные пленочные резистивные датчики положения. Тензорезисторы. Чувствительные элементы на основе датчиков Холла. Пьезоэлектрические чувствительные элементы, принцип действия, область применения.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете
6.	Электромагнитные датчики положения.	Классификация электромагнитных датчиков положения. Сельсины, поворотные трансформаторы, резольверы, тахогенераторы.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете
7.	Локационные информационные	Общие сведения о принципах построения локационных систем. Модуляция и детектирование	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и

	системы.	сигналов. Электромагнитные локационные системы. Акустические локационные системы. Оптические локационные системы, лазерные локационные системы		зачете Практические занятия Лабораторные работы
8.	Системы технического зрения	Общие сведения. Структура систем технического зрения. Основы формирования и передачи изображения. Способы кодирования цвета. Датчики изображения. Форматы хранения изображений в системах технического зрения. Сжатие изображения. Базовые алгоритмы обработки изображения. Основные методы распознавания изображения.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете
9.	Системы навигации и ориентации мобильных роботов	Современные системы глобального спутникового позиционирования. Системы ориентации на базе датчиков для определения положения в пространстве.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете Практические занятия Лабораторные работы
10.	Системы тактильного типа. Датчики систем силомоментного оучувствления.	Общие сведения о системах тактильного типа. Обработка тактильной информации в робототехнике. Принципы силомоментного оучувствления роботов. Датчики систем силомоментного оучувствления роботов. Конструктивные схемы датчиков. Упругие элементы и измерительные цепи силомоментных датчиков.	ПК-29	Тестирование Вопросы на экзамене и зачете

4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов)

Вид работы	7 семестр	8 семестр	Всего
Общая трудоемкость	72	108	180
Аудиторная работа:	56	44	100
<i>Лекции (Л)</i>	28	22	50
<i>Лабораторные занятия (ЛР)</i>	14	22	36
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	14	-	14
Самостоятельная работа:	16	37	53
Самостоятельное изучение разделов	7	20	27
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	6	17	23
Подготовка к сдаче зачета	3		3
Контроль (подготовка к сдаче экзамена)	-	27	27
Вид промежуточной аттестации	зачет	экзамен	

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Контактная работа			Вне-ауд. работа СР
			Л	ЛР	ПЗ	
1.	Введение. Основные понятия и определения. Бионические аспекты информационных систем.	6	3	-	-	3
2.	Общие сведения о датчиках информационно-измерительных систем.	4	2	-	-	2
3.	Элементы информационных систем. Оптические чувствительные элементы.	26	8	10	2	4
4.	Фотоэлектрические датчики положения.	14	2	6	4	2
5.	Резистивные чувствительные элементы. Датчики Холла. Пьезоэлектрические чувствительные элементы.	10	5	-	-	5
6.	Электромагнитные датчики положения.	9	4	-	-	5
7.	Локационные информационные системы.	28	4	10	4	10
8.	Системы технического зрения	20	10	-	-	10
9.	Системы навигации и ориентации мобильных роботов	29	10	10	4	5
10.	Системы тактильного типа. Датчики систем силомоментного очувствления.	7	2	-	-	5
Итого:		153	50	36	14	53

4.3 Лабораторные занятия

№	Темы занятий	Кол. часов
1.	Изучение принципа работы жидкокристаллического.	2
2.	Изучение пьезоэлектрического датчика движения.	4
3.	Подключение датчиков различного назначения к I2S интерфейсу.	10
4.	Подключение датчиков различного назначения к UART интерфейсу.	10
5.	Изучение принципа действия систем глобального спутникового позиционирования.	8
6.	Изучение принципа действия ультразвукового измерителя дальности	4
ИТОГО		36

4.4 Практические занятия

№	Тема	Кол. часов.
1	Оптоэлектронные приборы в робототехнике.	4
2	Пиротехнические фотоприемники.	4
3	Локационные сенсорные системы, на примере ультразвукового сонара.	3
4	Интеллектуальные датчики сенсорных систем	3
ИТОГО		14

4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1.	Бионические аспекты сенсорных систем.	4
2.	Применение оптических чувствительных элементов в робототехнике	5
3.	Фотоэлектрические датчики положения.	6
4.	Применение пьезоэлектрических чувствительных элементов.	5
5.	Применение системы технического зрения.	7
6.	Итого	27

5 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Темы для рефератов:

За подготовку и защиту реферата студент может набрать 6 баллов (по 2 балла за три контрольные рейтинговые точки). При подготовке реферата студент должен ознакомиться с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Необходимо составить аннотации к прочитанным литературным источникам. Структуру реферата студент определяет сам. Оценивание проводится с учетом количества обработанных литературных источников, качества оформления реферата, ответа на вопросы по реферату. Тему для реферата студент может предложить сам, либо выбрать из предложенных.

1. Современные сенсорные системы измерения температуры и влажности.
2. Системы технического зрения в робототехнике.
3. Алгоритмы распознавания изображения в системах технического зрения.
4. Системы спутниковой навигации и их использование в робототехнике.
5. Современные оптические датчики положения.

Тесты:

В рамках балльно-рейтинговых мероприятий студент трижды проходит тестирование на компьютере. В зависимости от процента правильных ответов компьютер выставляет от 0 до 6 баллов. Примеры тестовых заданий, приведены ниже.

Полоса пропускания датчиков.?

- Диапазон возможных значений амплитуды выходного сигнала.
- + Зависимость амплитуды и фазы выходного сигнала от частоты.
- Зависимость выходного сигнала от температуры
- Зависимость выходного сигнала от входного.

Пиротехнические фотоприемники реагируют на?

- Изменение освещенности.
- + Изменение температуры.
- Изменение влажности объекта.
- Изменение любых внешних параметров.

Код Грея?

- + Это непозиционный код.
- Код в 16-ричной системе счисления.
- Позиционный код.
- Двоичное представление десятичного значения числа.

Задания к лабораторным работам

При выполнении лабораторной работы, студент решает различные задачи управления промышленным роботом-манипулятором. За выполнение и защиту лабораторных работ студент может набрать 18 баллов (по 3 балла в каждую рейтинговую точку). Образец лабораторной работы представлен ниже.

Изучение принципа действия цифрового датчика освещенности

Цель работы: *Изучение принципа действия цифрового датчика освещенности.*

Для оценки светового излучения применяются энергетические и светотехнические (визуальные) характеристики. Первые используют, как правило, для излучений, которые лежат за пределами видимого спектра. Вторые служат для описания процессов, протекающих в диапазоне видимого света и воспринимаемых глазом. Такое разделение вызвано тем, что действие видимого света на глаз зависит не только от физических параметров излучения (энергии, частоты, спектрального состава), но и *спектральной чувствительности* $S_c(\lambda)$ глаза (рис.1). Как видно на рисунке, чувствительность глаза к сине-фиолетовому и красно-оранжевому излучению существенно ниже, чем к желто-зеленому. Максимум $S_c(\lambda)$ достигается при $\lambda = 0,5...0,555$ мкм (первое значение справедливо для черно-белого, второе — для цветного зрения).

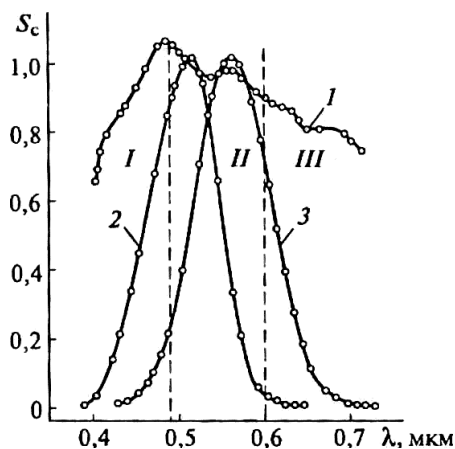


Рис. 1 - Спектральная чувствительность глаза:

I — III — сине-фиолетовая, желто-зеленая и красно-оранжевая области солнечного спектра соответственно, 1 — спектр солнечного света; 2 — черно — белая чувствительность; 3 — цветная чувствительность глаза

Для перевода фотометрических характеристик в энергетические используют коэффициент видности k_V , показывающий, как меняется световое ощущение по всему диапазону видимого света. Так как глаз имеет наибольшую видность (световое ощущение) V_{max} к излучению с $\lambda = 0,555$ мкм, то

$$k_V = V_\lambda / V_{max}$$

где V_λ — световое ощущение к излучению с длиной волны λ . В диапазоне 0,38...0,77 мкм коэффициент k_V изменяется в 10^5 раз.

Различают следующие основные характеристики светового излучения: энергия излучения W (энергетическая в джоулях и светотехническая в люмен-секундах);

световой поток $\Phi = \frac{dW}{dt}$ (энергетический в Вт и светотехнический в люменах, причем 1 Вт излучения с $\lambda = 5,55 \cdot 10^{-7}$ м соответствует 683 лм);

сила света $J = \frac{d\Phi}{d\theta}$, где θ — телесный угол (в канделах);

освещенность $\mathfrak{S} = \frac{d\Phi}{ds}$ (энергетическая в Вт на квадратный метр и светотехническая в люксах);

яркость (интенсивность) $Y = \frac{dJ}{dS_n}$, где dS_n — площадь ортогональной проекции светящегося элемента поверхности dS (светотехническая в канделах на квадратный метр).

В фотометрии для определения светотехнической яркости по известной энергетической используют таблицы видности. Например, энергетическая яркость потока гелий-аргонового лазера с $\lambda = 0,514$ мкм, работающего в непрерывном режиме, составляет 10 Вт/м^2 . По таблице видности фотометрическая яркость $Y = 4 \cdot 10^{15} \text{ кд/м}^2$, что приблизительно в $2,5 \cdot 10^6$ раз больше яркости солнца.

Способность глаза реагировать на изменение яркости в очень большом диапазоне получило название зрительной адаптации. В среднем для человека $\Delta Y = 2(10^{-6} \dots 10^5) \text{ кд/м}^2$. Свойство глаза восстанавливать световую чувствительность называется световой или темповой адаптацией. Первая проявляется при резком увеличении освещенности, например при выходе из темного помещения на свет, и составляет 2—3 мин; вторая существенно продолжительнее и достигает 20—30 мин. Параметры некоторых типовых источников света представлены ниже:

Фотографическая вспышка $Y = 7 \cdot 10^{10} \text{ кд/м}^2$

Лампа накаливания $Y = 6 \cdot 10^6 \text{ кд/м}^2$

Дневной свет $\mathfrak{S} = 10^4 \text{ лк}$

Полная луна $Y = 2 \cdot 10^3 \text{ кд/м}^2$, $\mathfrak{S} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ лк}$

Звездное небо $Y = 4 \cdot 10^{-4} \text{ кд/м}^2$, $\mathfrak{S} = 10^{-1} \text{ лк}$

П р и м е ч а н и е. Минимальная видимая яркость $Y = 10^{-5} \text{ кд/м}^2$.

Порог чувствительности глаза характеризуется наименьшим количеством энергии, вызывающей его световое раздражение. Пороговое значение светового потока зависит от диаметра зрачка и составляет около $2 \cdot 10^{-14} \text{ лм}$ при диаметре зрачка 8 мм.

Цифровой датчик освещенности BH1750FVI

BH1750FVI - цифровой датчик освещенности реализован в виде микросхемы с цифровым выходом (интерфейс I²C). Датчик может применяться в различных электронных и мехатронных устройствах, для получения данных о внешней освещенности (например, системы управления освещением зданий, для автоматической регулировки яркости экранов ЖК телевизоров и мобильных телефонов и т.д.). Датчик позволяет измерять интенсивность света в широком спектре с высоким разрешением от 1 до 65535 лк. На рис. 2 показан общий вид платы с установленным датчиком.

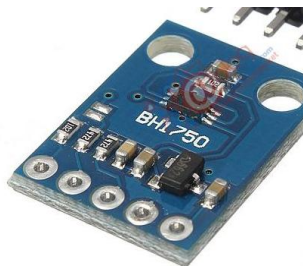


Рис. 2. Общий вид платы датчика освещенности.

Краткие характеристики датчика.

- Интерфейс I²C.
- Спектральная чувствительность близка к чувствительности человеческого глаза.
- Встроенный 16-и разрядный аналого-цифровой преобразователь.
- Широкий диапазон измерений освещенности (1 - 65535 лк).
- Низкое энергопотребление.
- Функция подавления помех от источников света на частоте: 50Гц - 60Гц.
- Возможность подключения 2-х датчиков к одному контроллеру по интерфейсу I²C (можно выделить два адреса устройства).
- Погрешность измерения ($\pm 20\%$).
- Низкое влияние инфракрасного излучения на результат измерения.
- Максимальная частота обмена данными по интерфейсу I²C – 400 кГц.
- Рабочий диапазон температур $-40^{\circ}\text{C} \div +85^{\circ}\text{C}$.

Последовательный интерфейс TWI (I²C)

Интерфейс I²C требует двухпроводного соединения, но с обязательным объединением "земель", т. к. сигналы в нем абсолютные, а не дифференциальные, и отсчитываются относительно "земли". В интерфейсе I²C устройства могут работать в режиме "ведущий" (Master) или "ведомый" (Slave). В отличие от большинства других интерфейсов, ведомые устройства с интерфейсом I²C должны иметь индивидуальный адрес, присваиваемый производителем. Для различения одинаковых устройств, если их более двух на одной линии, в некоторых типах устройств (как в рассматриваемом датчике освещенности) имеются дополнительные адресные линии, выводы для установки индивидуального адреса или входы типа "выбор кристалла". Датчик освещенности имеет адрес **0100011** (если на вывод ADDR датчика подан низкий логический уровень) и адрес **1011100** (если на вывод ADDR датчика подан высокий логический уровень).

I²C служит для связи между собой микросхем на одной плате или в пределах одного устройства. Однако это медленный интерфейс (максимальное значение скорости обмена для датчика освещенности — 400 кбит/с), и потому применяется там, где не требуется скоростной передачи данных. В интерфейсе есть несколько различающихся состояний ("старт", "стоп", передача от мастера или к мастеру и т. д.). Кроме того, из-за наличия всего одной линии обмена данными (да еще и с поддержкой многих устройств, подключен-

ных к ней — рис. 3), приходится организовывать протокол так, чтобы исключить электрические конфликты.

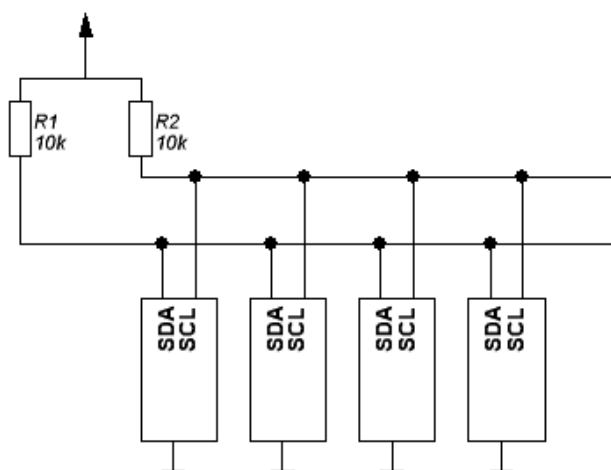


Рис. 3. Схема подключения нескольких устройств к интерфейсу.

Предположим, у нас есть несколько устройств, подключенных параллельно к двум линиям (не считая, естественно, "земли"). По одной из них (SCL) всегда передаются синхронизирующие импульсы, а по второй — собственно данные (SDA). Информация в каждый данный момент времени передается только одним устройством и только в одну сторону. С помощью TWI можно (теоретически) соединить до 128 устройств, так, как показано на рис 3. "Подтягивающие" резисторы должны иметь номинал порядка единиц или десятков КОм (чем выше скорость передачи, тем меньше).

Чтобы различить несколько устройств, каждое из них обязано иметь индивидуальный адрес. Он задается 7-битовым кодом, потому всего таких устройств на одной линии может быть 128.

Типовой вариант обмена информацией по интерфейсу I²C показан на рис. 4. Кратко расшифруем эту диаграмму. Любой сеанс передачи по протоколу I²C начинается с состояния линии, именуемого Start (когда сигнал на линии SDA меняется с лог. 1 на лог. 0 при высоком уровне на линии SCL). Start может выдаваться неоднократно (тогда он называется "повторный старт"). Заканчивается сеанс сигналом Stop (состояние линии SDA меняется с лог. 0 на лог. 1 при высоком уровне на линии SCL). Между этими сигналами линия считается занятой, и только ведущий (тот, который выдал сигнал Start) может управлять линией. Сама информация передается уровнями на линии SDA (в обычной положительной логике, старший разряд первым), причем смена состояний может происходить только при низком уровне на SCL, а при высоком уровне на ней происходит считывание значения бита. Любая смена уровней SDA при высоком уровне SCL будет воспринята как либо Start, либо Stop.

Процесс обмена всегда начинается с передачи ведущим байта, содержащего адрес устройства (также начиная со старшего разряда), который содержится в семи старших битах. Первый (младший!) бит этого байта называется R/W и несет информацию о направлении обмена: если он равен 0, то далее ведущий будет передавать информацию, т. е. писать (W), если равен 1 — читать (R), т. е. ожидать данные от ведомого. Все посылки (и адресные, и содержащие данные) сопровождаются девятым битом, который передается последним и называется битом квитирования. Во время действия этого девятого импульса адресуемое устройство (т. е. ведомый, который имеет нужный адрес после посылки адреса ведущим, или ведущий, если данные направлены к нему, и т. п.) обязан сформировать ответ (ACK) низким уровнем на линии SDA.

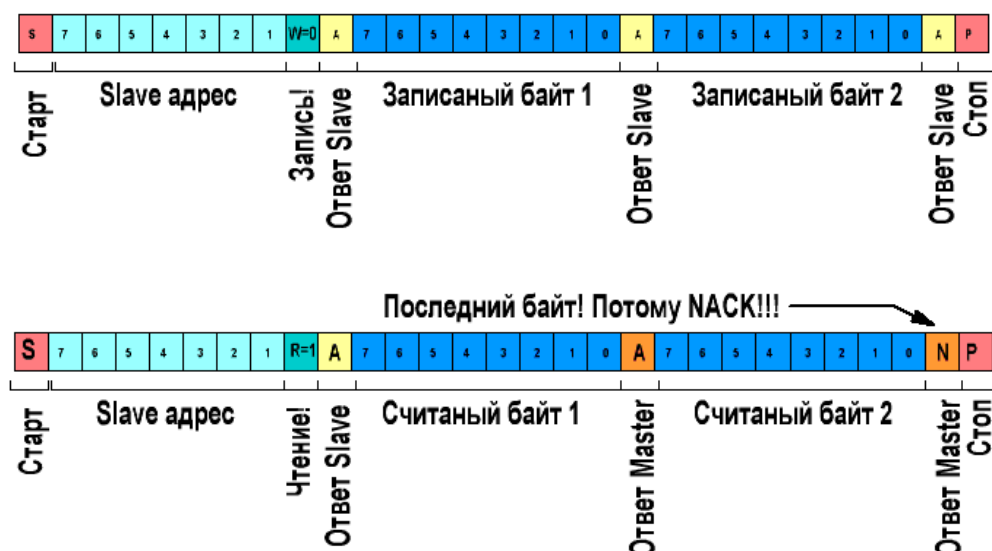


Рис. 4. Процесс обмена данными по интерфейсу.

Если такого ответа нет (NACK), то можно считать, что данные не приняты и фиксировать сбой на линии. Иногда устройства не требуют отсылки бита ACK (или игнорируют его).

Как видим, организовать обмен по протоколу I²C непросто, но это плата за универсальность и простоту электрической схемы. Большинство современных устройств с интерфейсом I²C могут работать с тактовой частотой до 400 кГц и более, но из-за не слишком высокой помехоустойчивости такой линии максимальные частоты целесообразны только тогда, когда микросхемы установлены на одной плате недалеко друг от друга. При соединении проводами (например, МК с каким-нибудь датчиком) лучше ограничиться частотами до 100 кГц, а при длинных линиях связи (провода в полметра длиной и более), частоту обмена следует снизить до 10-30 кГц.

На рис. 5 представлена спектральная характеристика датчика, а на рис. 6 – диаграмма направленности.

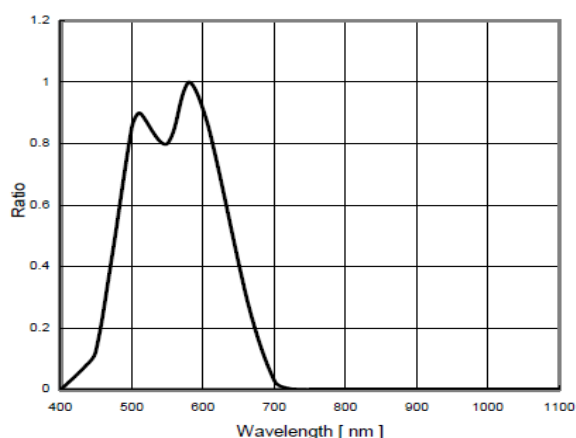


Рис. 5. Спектральная характеристика датчика.

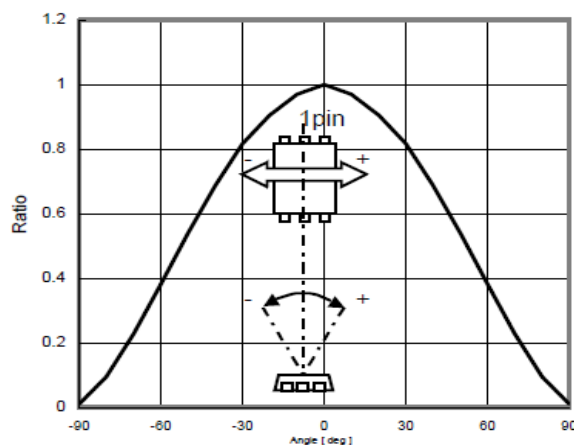


Рис. 6. Диаграмма направленности датчика.

На рис. 7 приведена структурная схема датчика, а в таблице 1 приведены режимы измерения, а в таблице 2 - команды управления режимом работы датчика.

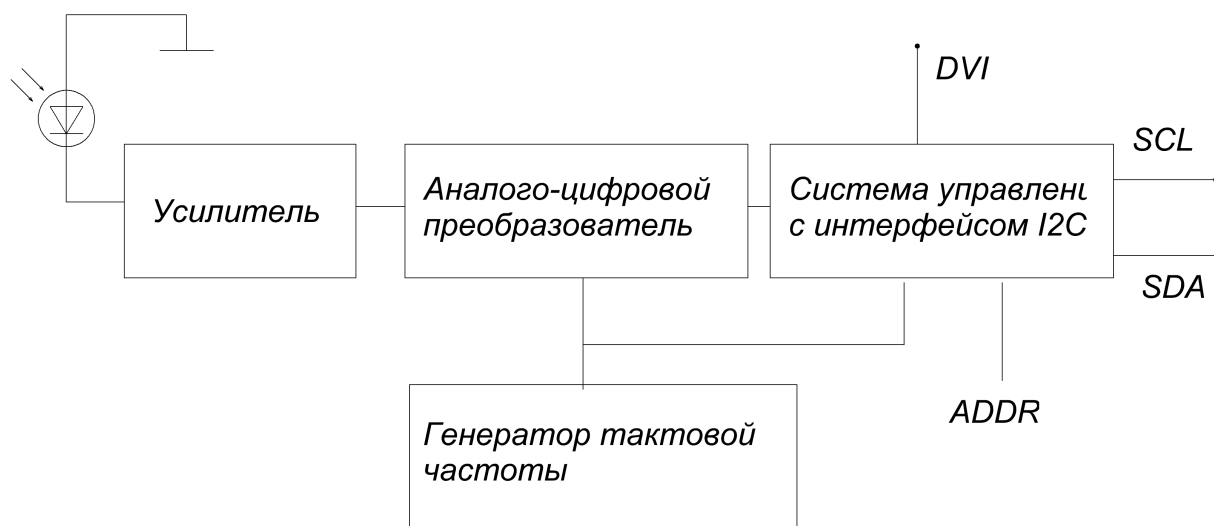


Рис. 7. Структурная схема датчика освещенности.

Таблица 1 – Режимы измерения.

Режим измерения	Время измерения	Разрешение
Режим высокого разрешения (режим 2).	120 ms.	0.5 лк
Режим высокого разрешения (режим 1).	120 ms.	1 лк
Режим низкого разрешения.	16 ms.	4 лк

Таблица 2 - Команды управления режимом работы датчика.

Команда	Код команды	Описание
Отключение датчика	0000_0000	Датчик отключен.
Включение датчика	0000_0001	Датчик включен и ожидает команду на измерение.
Сброс датчика	0000_0111	Сброс настроек датчика. Команда недоступна в режиме отключения датчика.
Непрерывное измерение в режиме высокого разрешения (Режим 1).	0001_0000	Запуск измерений с разрешением 1 лк. Время одного измерения 120 ms.
Непрерывное измерение в режиме высокого разрешения (Режим 2).	0001_0001	Запуск измерений с разрешением 0,5 лк. Время одного измерения 120 ms.
Непрерывное измерение в режиме низкого разрешения.	0001_0011	Запуск измерений с разрешением 4 лк. Время одного измерения 16 ms.
Однократное измерение в режиме высокого разрешения (Режим 1).	0010_0000	Запуск измерений с разрешением 1 лк. Время одного измерения 120 ms. Автоматический перевод датчика в режим отключения после проведения измерения.
Однократное измерение в режиме высокого разрешения (Режим 2).	0010_0001	Запуск измерений с разрешением 0,5 лк. Время одного измерения 120 ms. Автоматический перевод датчика в режим отключения после проведения измерения.

Однократное измерение в режиме низкого разрешения.	0010_0011	Запуск измерений с разрешением 4 лк. Время одного измерения 16ms. Автоматический перевод датчика в режим отключения после проведения измерения
--	-----------	--

При работе с датчиком рекомендуется применять режим высокого разрешения. Время измерения в режиме высокого разрешения большое из-за необходимости подавления источников помех (например, излучения с частотой 50 – 60 Гц). Режим высокого разрешения (с разрешением 1 лк) позволяет фиксировать небольшой уровень освещенности (менее 10 лк). Режим с разрешением в 0,5 лк позволяет фиксировать излучение практически в полной темноте.

Пример последовательности команд установки режима измерения

Пример 1.

Непрерывное измерение в режиме высокого разрешения (ADDR = “L”)

☒ От ведущего устройства к ведомому.

☐ От ведомого к ведущему.

1. Запись команды непрерывное измерение в режиме высокого разрешения.

ST	0100011	0	Ack	00010000	Ack	SP
----	---------	---	-----	----------	-----	----

2. Ожидание завершения измерения (максимальное время 180 ms).

3. Чтение результата измерения.

ST	0100011	1	Ack	High Byte [15:8]	Ack
----	---------	---	-----	--------------------	-----

Low Byte [7:0]	Ack	SP
------------------	-----	----

Пример расчета результата измерения: Старший байт – «10000011», младший байт «10010000». $(2^{15} + 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^4) / 1,2 = 28067$ лк.

Результаты измерений будут непрерывно обновляться (120 ms для режима высокого разрешения и 16 ms для низкого разрешения).

Пример 2.

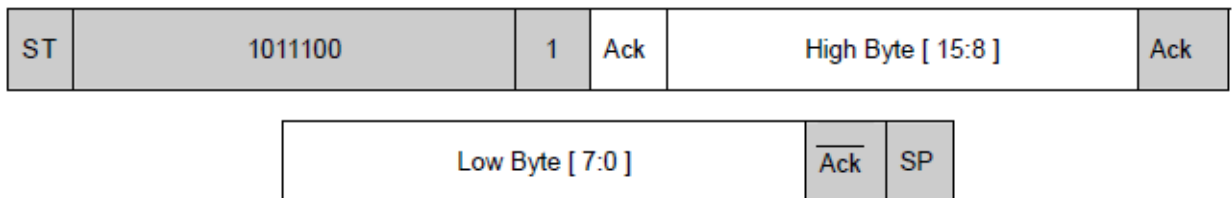
Однократное измерение в режиме низкого разрешения (ADDR = “H”)

1. Запись команды однократного измерения в режиме низкого разрешения.

ST	1011100	0	Ack	00100011	Ack	SP
----	---------	---	-----	----------	-----	----

2. Ожидание завершения измерения в режиме низкого разрешения (максимальное время 24 ms).

3. Чтение результатов измерения.



Пример расчета результата измерения: Старший байт – «00000001», младший байт «00010000». $(2^8 + 2^4) / 1,2 = 227$ лк.

После однократного измерения датчик перейдет в режим отключения. Для повторного измерения необходимо заново записать команды.

Ниже приведен листинг тестовой программы получение данных от модуля.

```

/*
Чтения данных датчика освещенности
Проверено на м/к AVR Atmega2560
*/
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h> /* Для delay */
#include <avr/wdt.h>
#include <stdlib.h>
#include <avr/interrupt.h>

unsigned int delay_counter=0;
int count; // Счетчик байт (получаем 2 байта)
unsigned char datadht[2]; // массив принятых байт
int flag;
#define DHT_PORT PORTB // порт
#define DHT_DDR DDRB
#define DHT_PIN PINB
#define DHT_BIT 4 // БИТ порта

// Для индикатора используется порт А микроконтроллера
#define LCDPORT PORTA
#define LCDDDR DDRA
#define LCD_PIN_RS 2 // 2 - пин порта А
#define LCD_PIN_E 3
#define LCD_PIN_D4 4
#define LCD_PIN_D5 5
#define LCD_PIN_D6 6
#define LCD_PIN_D7 7

// Команды управления ЖК-дисплеем
#define LCD_CLEAR 0x01 //
#define LCD_HOME 0x02
#define LCD_ON 0x0C // 0x0C - курсор невидим
// #define LCD_ON 0x0E // 0x0E - курсор видим
#define LCD_OFF 0x08

// Вспомогательные определения
#define COMMAND 0
#define DATA 1
#define sbi(sfr, bit) (sfr|=(1<<bit))
#define cbi(sfr, bit) (sfr&=~(1<<bit))

// Прототипы функций
void Pin_Init();
void Timer_Init();
void Pa3_On();
void Pa3_Off();
void TWI_Stop();

```



```

unsigned int h;
//=====================================================
// Инициализация интерфейса TWI
void TWI_MasterInit()
{
    // Настройка скорости передатчика
    // 200 кГц
    TWBR = 0x20;
    TWSR &= ~(1<<0) & ~(1<<1); // 00 - можно не ставить
}

//=====================================================
// Запуск TWI
void TWI_Start()
{
    // Установим Старт - 1 в TWSTA
    // Разрешим работу модуля - 1 в TWEN
    // Сбросим флаг TWINT - новый цикл обмена
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWSTA) | (1<<TWEN);
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    // Ждем формирования сигнала Старт - установки разряда TWINT
    while (!(TWCR & (1<<TWINT)));
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    // Записываем адрес устройства, последний бит 0 - запись
    TWDR = 0b01000110;
    // передаем
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);
    //Ждем конца передачи и сигнала ASK (адресный пакет передан)
    while(!(TWCR & (1<<TWINT)))
    {
        wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    }
    // Записываем команду Power On
    TWDR = 0b00000001;
    // передаем
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);
    //Ждем конца передачи и сигнала ASK (команда передана)
    while(!(TWCR & (1<<TWINT)))
    {
        wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    }
    // Формируем сигнал Стоп
    TWI_Stop();
}

//=====================================================
// Установим измерение в режим высокого разрешения
void Datchik_H_mode()
{
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    // Установим Старт - 1 в TWSTA
    // Разрешим работу модуля - 1 в TWEN
    // Сбросим флаг TWINT - новый цикл обмена
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWSTA) | (1<<TWEN);
    // Ждем формирования сигнала Старт - установки разряда TWINT
    while (!(TWCR & (1<<TWINT)));
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    // Записываем адрес устройства, последний бит 0 - запись
    TWDR = 0b01000110;
    // передаем
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);

    //Ждем конца передачи и сигнала ASK (адресный пакет передан)
    while(!(TWCR & (1<<TWINT)))

```

```

    {}
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
// Записываем команду One Time H - Resolution Mode
    TWDR = 0b00100001;
// передаем
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);

//Ждем конца передачи и сигнала ASK (команда передана)
    while(!(TWCR & (1<<TWINT)))
    {}
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    // Формируем сигнал Стоп
    TWI_Stop();

// Задержка 180 мС
    _delay_ms(180);
}

//=====
// Измеряем
void Datchik_R()
{
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    // Установим Старт - 1 в TWSTA
    // Разрешим работу модуля - 1 в TWEN
    // Сбросим флаг TWINT - новый цикл обмена
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWSTA) | (1<<TWEN);
    // Ждем формирования сигнала Старт - установки разряда TWINT
    while (!(TWCR & (1<<TWINT)));
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
// Записываем адрес устройства, последний бит 1 - чтение
    TWDR = 0b01000111;
// передаем
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);

//Ждем конца передачи и сигнала ASK (адресный пакет передан)
    while(!(TWCR & (1<<TWINT)))
    {}
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
// Считываем первый байт (старший)

    TWCR = (1<<TWEA) | (1<<TWINT) | (1<<TWEN);

    while (!(TWCR & (1<<TWINT)))
    {}
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    datadht[0] = TWDR; // Записываем старший байт
    TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);
    while (!(TWCR & (1<<TWINT)));
    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    datadht[1] = TWDR; // Записываем младший байт
    // Формируем сигнал Стоп
    TWI_Stop();
    h = (datadht[0] * 256 + datadht[1])/1.2; // получаем освещенность
}

//=====
// Остановка TWI
void TWI_Stop()
{
    // Установим состояние СТОП - 1 в TWSTO
    // Модуль работает в состоянии стоп

```

```

TWCR = (1<<TWINT) | (1<<TWSTO) | (1<<TWEN);
}

//=====================================================
// обработка прерывания при совпадении А таймера 1
ISR(TIMER1_COMPA_vect)
{
    if(~PINA & (1<<3)) // Если PA3 = 0
    {
        //      Pa3_On();
    }
    else
    {
        //      Pa3_Off();
    }

    // Сброс таймера 1 в начальное значение
    TCNT1 = 0x0000; // Старший и младший байт 16-разрядного регистра TCNT1
}

//=====================================================
// Настройка таймеров
void Timer_Init()
{
    //-----
    // Настройка таймера 1
    // Установим делитель для таймера 1
    // 0 - таймер остановлен
    // 1 - коэффициент делителя частоты
    // 2 - 8
    // 3 - 64
    // 4 - 256
    // 5 - 1024

    TCCR1B = 5;
    TCNT1 = 0x0000; // Старший и младший байт 16-разрядного регистра TCNT1

    // Значение регистра OCR1A, непрерывно сравнивается с
    // текущим значением счетного регистра TCNT1
    OCR1A = 0xffff;

    //-----
    // Прерывание по совпадению А таймера 1 разрешено
    TIMSK1 |= (1<<OCIE1A);
}
//-----
// Отключение светодиода
void Lite_Off()
{
    PORTB &= ~(1<<7); // Подаем логический ноль
}
//-----
// Включение светодиода
void Lite_On()
{
    PORTB |= (1<<7); // Подаем логическую единицу
}
//-----
// Выдача байта в контроллер ЖК-модуля
void lcd_send(unsigned char type, unsigned char c)
{

```

```

        if (type==COMMAND)
            cbi(LCDPORT, LCD_PIN_RS); // RS=0: последует команда
        else
            sbi(LCDPORT, LCD_PIN_RS); // RS=1: последуют данные
        // Передача старшего полубайта
        if (bit_is_set(c, 7)) sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D7); else cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D7);
        if (bit_is_set(c, 6)) sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D6); else cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D6);
        if (bit_is_set(c, 5)) sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D5); else cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D5);
        if (bit_is_set(c, 4)) sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D4); else cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D4);
        // Формирование фронта для приема данных
        sbi(LCDPORT, LCD_PIN_E);
        cbi(LCDPORT, LCD_PIN_E);
        // Передача младшего полубайта
        if (bit_is_set(c, 3)) sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D7); else cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D7);
        if (bit_is_set(c, 2)) sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D6); else cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D6);
        if (bit_is_set(c, 1)) sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D5); else cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D5);
        if (bit_is_set(c, 0)) sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D4); else cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D4);
        // Формирование фронта для приема данных
        sbi(LCDPORT, LCD_PIN_E);
        cbi(LCDPORT, LCD_PIN_E);
        // Ожидание контроллера ЖК-модуля
        _delay_ms(5);
    }

// Отображение строки символов
void lcd_write(char *t)
{
    unsigned char i;
    for (i=0;i<255;i++)
    {
        if (t[i]==0) // Конец строки?
            return;
        else
            lcd_send(DATA, t[i]);
    }
}

// Инициализация ЖК-модуля
void lcd_init()
{
    // Переключение порта на вывод
    LCDPORT = 0x00;
    LCDDDDR = 0xFF;
    _delay_ms(50); // Ожидание готовности ЖК-модуля
    // Конфигурирование четырехразрядного режима
    sbi(LCDPORT, LCD_PIN_D5);
    cbi(LCDPORT, LCD_PIN_D4);
    // Активизация четырехразрядного режима
    sbi(LCDPORT, LCD_PIN_E);
    cbi(LCDPORT, LCD_PIN_E);
    _delay_ms(5);
    // 2 строки, передача по четыре разряда
    lcd_send(COMMAND, 0x28);
    //lcd_send(COMMAND, 0b00100100);
    lcd_send(COMMAND, LCD_OFF);
    lcd_send(COMMAND, LCD_CLEAR);
    lcd_send(COMMAND, 0x06);
    lcd_send(COMMAND, LCD_ON);
}

// Функция, реализующая ожидание i секунд
void seconds(char i)
{
    unsigned char k;

```

```

        for (;i>0;i--)
        {
            for (k=0;k<10;k++)
                _delay_ms(100);
        }
    }

//-----
//    Main программа
//-----
int main(void)
{
    // Начальные установки программы
    wdt_enable(WDTO_4S); // Включение сторожевого таймера на 4 с
    count = 0;
    flag = 0;
    // Светодиод индикации на плате Arduino (PB7)
    DDRB |= (1<<7); // Разряд 7 (PB7) на вывод
    PORTB &= ~(1<<7); // Подаем логический 0 (гасим светодиод)
    sei(); // Разрешим прерывания
    int radix=10; // основание
    char buffer[7]; // Буфер
    char *p1;
    lcd_init(); // настройка индикатора
    lcd_write("Starting..."); // вывод на экран строки

    _delay_ms(1000); // Задержка 1 с
    lcd_send(COMMAND, LCD_CLEAR);

    for(;;)
    {
        /* цикл программы */
        wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
        _delay_ms(100);
        wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
        TWI_Start();
        Datchik_H_mode();
        Datchik_R();
        TWI_Stop();
        wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
        Lite_Off();
        wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
    }

    // выводим на экран
    lcd_send(COMMAND, LCD_HOME);
    lcd_write("Osv = ");
    p1=itoa(h, buffer, radix);
    lcd_write(p1);
    lcd_write(" ");
    lcd_write("L          ");

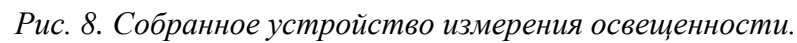
}

    wdt_reset(); // Сброс сторожевого таймера
}
}
//*****

```

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Соберите устройство для измерения освещенности (рис. 8). Принципиальная электрическая схема показана на рис. 9.



2. Запишите в память микроконтроллера управляющую программу. Убедитесь, что система работает.
3. Измените код программы из условия – измерений с разрешением 0,5 лк.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель выполнения работы.
2. Характеристики и область применения цифрового датчика освещенности.
3. Режимы работы датчика и процедура получения информации.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Цель выполнения работы?
2. Принцип действия цифрового измерителя освещенности.
3. Опишите возможные режимы измерения.
4. Опишите интерфейс подключения датчика к микроконтроллеру.
5. Область практического применения цифрового датчика освещенности.

Вопросы к зачету

1. Оптроны, принцип действия, классификация, область применения.
2. Светодиоды, принцип действия, основные характеристики.
3. Область применения светодиодов.
4. Характеристики светодиодов.
5. Способы получения «белого» цвета в светодиодах.
6. Способы компенсации погрешностей датчиков.
7. Фоторезисторы, принцип действия.
8. Область применения фоторезисторов.
9. Способы компенсации погрешностей датчиков.
10. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики датчиков первого и второго порядка. Полоса пропускания датчиков.
11. Фототранзисторы, принцип действия, преимущества и недостатки.
12. Область применения фототранзисторов.
13. Пиротехнические фотоприемники, принцип действия, область применения.

Критерии оценки зачета.

Он проходит в устной форме (собеседование) и представляет собой ответы на вопросы. Те студенты, которые активно работали на занятиях - получают зачет автоматически, а те, которые не отчитались вовремя - проходят собеседование.

Экзаменационные вопросы

1. Понятие адаптивных систем в робототехнике. Их назначение.
2. Классификация датчиков робототехнических систем.
3. Понятие информационных систем, основные задачи, решаемые с помощью информационных систем.
4. Датчики информационных систем и их характеристики.
5. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики датчиков первого и второго порядка. Полоса пропускания датчиков.
6. Быстродействие датчиков.
7. Погрешность измерения датчиков. Основные типы погрешностей.
8. Способы компенсации погрешностей датчиков.
9. Светодиоды, принцип действия, основные характеристики.
10. Способы получения «белого» цвета в светодиодах.
11. Полупроводниковые фотоприемные приборы. Фотодиод на основе p-n перехода, принцип действия.
12. Особенность фотодиодов на основе p-i-n структуры.

13. Фототранзисторы, принцип действия, преимущества и недостатки.
14. Фоторезисторы, принцип действия.
15. Пиротехнические фотоприемники, принцип действия, область применения.
16. Оптроны, принцип действия, классификация, область применения.
17. Оптические датчики положения. Классификация, область применения. Преимущества и недостатки.
18. Растровые оптические датчики положения. Принцип действия.
19. Импульсные оптические датчики положения. Принцип действия.
20. Кодовые оптические датчики положения. Использование кода Грея в кодовых оптических датчиках положения.
21. Резистивные датчики положения. Классификация, преимущества и недостатки.
22. Бесконтактные пленочные резистивные датчики положения.
23. Тензорезисторы, назначение, принцип действия, область применения, классификация.
24. Чувствительные элементы на основе датчиков Холла. Принцип действия, область применения.
25. Пьезоэлектрические чувствительные элементы. Прямой и обратный пьезоэффект. Применение в робототехнике.
26. Сельсины. Индикаторный режим работы, трансформаторный режим работы.
27. Тахогенераторы. Принцип действия, область применения.
28. Локационные системы. Классификация, принцип действия.
29. Модуляция сигнала, амплитудная, фазовая, частотная.
30. Электромагнитные локационные системы. Примеры использования в робототехнике.
31. Акустические локационные системы. Принцип действия, классификация.
32. Ультразвуковые измерители дальности. Назначение, характеристики. Область применения в робототехнике.
33. Оптические системы и их применение в робототехнике. Классификация объективов. Линза Френеля принцип действия, преимущества и недостатки.
34. Лазерные оптические локационные системы, принцип действия, область применения.
35. Лазерный светодиод, его отличие от светодиода по конструкции и характеру излучения.
36. Системы технического зрения, применение в робототехнике, роль в создании адаптивных систем.
37. Классификация систем технического зрения, особенности применения в робототехнике.
38. Принцип формирования развертки видеосигнала. Способы кодирования цвета. Модель адаптивного цветового синтеза. Модель субтрактивного цветового синтеза.
39. Формирование сигнала цветности в модели YUV.
40. Принцип действия ЖК дисплеев. Преимущества и недостатки.
41. Датчики изображения, основные характеристики.
42. Датчики изображения на основе ПЗС матриц. Принцип действия.
43. Датчики изображения на основе фотодиодной матрицы, принцип действия.
44. Типы (форматы) изображений, используемые в системах технического зрения.
45. Сжатие изображений. Ассиметричные и симметричные методы сжатия. Алгоритм Хаффмана.
46. Групповое кодирование при сжатии изображений (алгоритм RLE).
47. Сжатие с потерей информации по алгоритму дискретного косинусного преобразования (ДКП)- общий принцип сжатия.
48. Сжатие динамических изображений. Общий принцип сжатия на примере формата MPEG.

49. Принцип действия систем глобального спутникового позиционирования

6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Контролируемые компетенции (часть компетенций)	Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств (ПК-29)	З1 Знать основные типы измерительных преобразователей, систем очувствления и адаптации современных мехатронных и РТС, принципы их работы, характеристики, области применения, способы обработки измерительных сигналов и передачи их по различным каналам связи	Знание основных типов измерительных преобразователей, систем очувствления и адаптации современных мехатронных и РТС, принципов их работы, характеристик, области применения, способы обработки измерительных сигналов и передачи их по различным каналам связи	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, зачет, экзамен
	З2 Знать способы структурной и аппаратной реализации различных типов сенсорных систем, особенности их эксплуатации	Знание способов структурной и аппаратной реализации различных типов сенсорных систем, особенности их эксплуатации	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, экзамен
	З3 Знать направления развития сенсорных систем робототехнических устройств с учетом использования наиболее перспективных типов измерительных преобразователей и методов построения информационных систем	Знание направлений развития сенсорных систем робототехнических устройств с учетом использования наиболее перспективных типов измерительных преобразователей и методов построения информационных систем	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, зачет, экзамен
	У1 Уметь обосновать выбор измерительных преобразователей и усилителей измерительных сигналов для конкретной задачи, выполняемой роботом	Умение обосновать выбор измерительных преобразователей и усилителей измерительных сигналов для конкретной задачи, выполняемой роботом	практическое занятие, лабораторная работа, экзамен
	У2 Уметь согласовывать первичные преобразователи с вторичной аппаратурой, выбирать необходимые виды преобразования измерительного сигнала, требуемую разрядность цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей, вид модуляции, частоту дискретизации	Умение согласовывать первичные преобразователи с вторичной аппаратурой, выбирать необходимые виды преобразования измерительного сигнала, требуемую разрядность цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей, вид модуляции, частоту дискретизации	практическое занятие, лабораторная работа, экзамен
	У3 Уметь грамотно выбрать каналы передачи измерительной информации и спо-	Умение грамотно выбрать каналы передачи измерительной информации и спо-	практическое занятие, лабораторная работа

	тельной информации и способы ее защиты от помех и наводок	способы ее защиты от помех и наводок	
	У4 Уметь обосновать выбирать структуры, основных параметров и алгоритмов работы информационной системы	Умение обосновать выбирать структуры, основных параметров и алгоритмов работы информационной системы	практическое занятие, лабораторная работа, экзамен
	В1 Владеть навыками исследования характеристик датчиков	Владение навыками исследования характеристик датчиков	практическое занятие, лабораторная работа
	В2 Владеть навыками выбора датчиков физических величин	Владение навыками выбора датчиков физических величин	практическое занятие, лабораторная работа
	В3 Владеть навыками постановки и решения задач очувствления роботов	Владение навыками постановки и решения задач очувствления роботов	практическое занятие, лабораторная работа

6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
7, 8	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 7 семестре проводится по следующей шкале, применяемой на зачете:

Семестр	Шкала оценивания	
	Не зачтено (36-60 баллов)	Зачтено (61-100 баллов)
7	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил на теоретический вопрос и не решил задачу.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный (частичный) ответ на теоретический вопрос и частично (полностью) решил задачу. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или решил задачу. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 8 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
8	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем: Учеб. пособие. –М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 384 с.
2. Фу К., Гонсалес Р., Ли. К. Робототехника. –М.: Мир, 1989. -624 с.
3. Распопов В.Я. Микромеханические приборы: Учеб. Пособие. –М.: Машиностроение, 2007. -400 с.
4. Брагин В.Б., Войлов Ю.Г., Жаботинский Ю.Д., и др. Системы осязания и адаптивные промышленные роботы. –М.: Машиностроение, 1985. -256 с.
5. Бугров В.Е., Виноградова К.А. Оптоэлектроника светодиодов. Учеб. Пособие. –СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 174 с.
6. Куафе Ф. Взаимодействие робота с внешней средой: Пер. с франц. –М.: Мир, 1985. - 285 с.
7. Михеев В.П., Просандеев А.В. Датчики и детекторы: Учеб. Пособие. –М.: МИФИ, 2007. – 172 с.
8. Шахинпур М. Курс робототехники. –М.: Мир, 1990. -527 с.
9. Юревич Е. И. Основы робототехники -2е изд. –СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 416 с.
10. Булгаков А.Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление [Электронный ресурс]/ Булгаков А.Г., Воробьев В.А.— Электрон. текстовые данные. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2011.— 486 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65132.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7.2 Дополнительная литература

1. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАС. – М.: Телеком, 2005. – 272 с.
2. Жданов А.А. Автономный искусственный интеллект/ -М.: Бином. 2008. -359с.
3. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов/ под ред. Е.И. Юревича. –М.: Машиностроение, 2007 -360с.
4. Робототехнические системы и комплексы: Учеб. Пособие для вузов/ Мачульский И.И, Запятой В.П., Майоров Ю.П. и др. М.: Транспорт 1999. 446 с.

7.3 Интернет-ресурсы

1. Wikipedia – свободная энциклопедия. - <http://ru.wikipedia.org/>.
2. <http://www.atmel.com>
3. <https://msdn.microsoft.com>
4. <http://www.iprbookshop.ru/>

7.4 Методические указания к лабораторным занятиям

Комплект учебного оборудования «Микропроцессорные системы управления электроприводов» ПО1033 Методические указания к выполнению лабораторных работ. ООО ТД «ПрофОбразование» 2015.

7.5 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows XP (или более поздняя версия).
2. Пакет Microsoft Office 2007 (или более поздняя версия).
3. Программные продукты: Atmel Studio.
4. Программный продукт: Microsoft Visual Studio 2010

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Требования к условиям реализации дисциплины:

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1.	Лекционная аудитория	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
2.	Кабинет для практических занятий	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: подвижная маркерная доска, считывающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
3.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчета один ПК на два студента.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
1.	IBM PC - совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже Pentium IV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.
2.	Мультимедийные средства.	Лекционные и практические занятия.	Демонстрация с ПК электронных презентаций, документов Word, электронных таблиц, графических изображений.

№ работ	Материальное обеспечение лабораторных занятий
1	2
	1. Комплект учебного оборудования «Микропроцессорные системы управления электроприводов». 2. Микроконтроллеры фирмы Atmel. 3. Программаторы для микроконтроллеров. 4. Макетная плата для микроконтроллера, датчики различных параметров, средства индикации, шаговые электродвигатели и электродвигатели постоянного тока.

9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
 2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
 - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
 - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;
 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):
 - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
 - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента экзамен проводится в устной форме.
- Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.