

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ НА БАЗЕ ПЗС–ЛИНЕЙКИ

**Д. Н. Тараканов**

*Белорусский государственный университет, г. Минск,*

*gadzola@mail.ru*

*науч. рук.: В. Н. Кулешов, старший преподаватель*

В современной науке и промышленности невозможно существование высококачественных установок для нанесения пленок без знания химического состава веществ. Так, в полупроводниковой промышленности существует необходимость определять примеси, содержание которых составляет порядка 10<sup>-7</sup>-10<sup>-9</sup>%. Одним из главных методов для решения подобных задач является спектральный анализ, который способен обеспечить высокую производительность путем автоматизации отдельных операций или всего процесса анализа. Современные установки обладают достаточно высокой ценой на уровне с высоким качеством, однако современная материальная база оптических частей на постсоветском пространстве является вполне отвечающей современным стандартам в отличие от средств регистрации и управления. Самым лучшим решением является модернизация современных монохроматических установок в спектрометры. Поэтому передо мной была поставлена задача о разработке спектрорегистрационного модуля для монохроматора.

**Ключевые слова:** спектр; спектрометрия; спектрометр; спектрофотометр; микроконтроллеры; монохроматор.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

За основу была взята линейная матрица Sony ILX554B (рис. 1). Этот сенсор обладает следующими основными спецификациями: количество эффективных пикселей – 2048, размер пикселя – 14 мкм на 56 мкм, потребляемое напряжение – 5 В, чувствительность в широком спектре, максимальная частота работы – 2 МГц.

Выбор пал именно на эту матрицу, т.к. сочетание ее характеристик позволяет достичь наибольшего результата при наименьших усилиях.

Далее сенсор был подключен по соответствующей ему схеме (рис. 2). Так, для обработки сигнала был взят микроконтроллер на базе чипа atmega 2560 со следующими основными характеристиками: рабочее напряжение – 5 В, флэш-память – 256 кБ, озу – 8 кБ, тактовая частота – 16 МГц. Также был написан соответствующий управляющий блок программы (рис. 3).

Микроконтроллер был выбран из-за его объема флэш-памяти, так для минимально корректной работы сенсора была достигнута скорость работы установки в 66 кГц, что не позволяет выводить данные сразу в СОМ-

порт компьютера. Поэтому было решено изменить алгоритм с непрерывного вывода на запоминание и последующий вывод в порт данных.

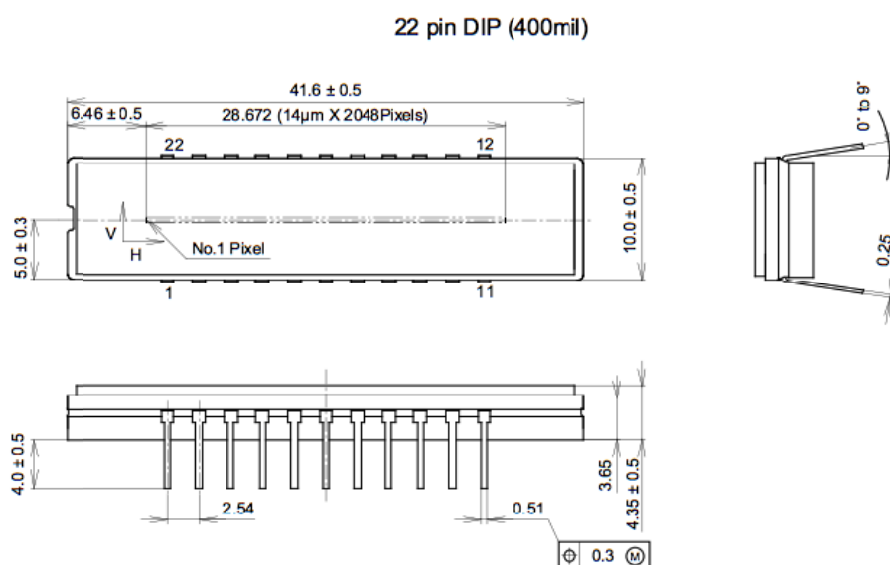


Рис. 1. Sony ILX554B

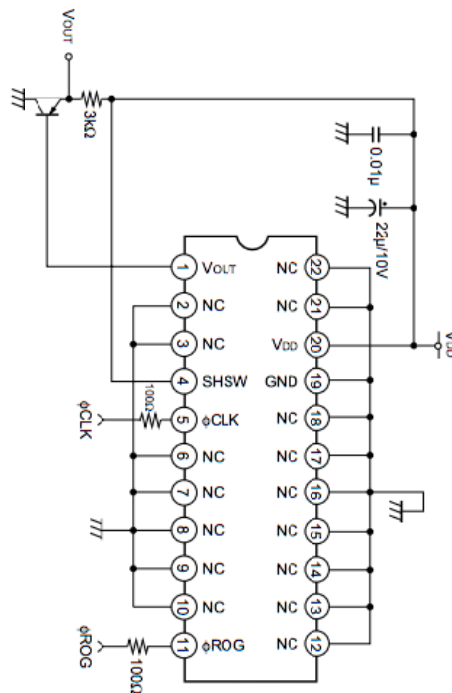


Рис. 2. Схема подключения сенсора

```

void setup() {
  pinMode(cclk, OUTPUT);
  pinMode(rogo, OUTPUT);
  ADCSRA |= (1<<ADPS2);
  ADCSRA &= ~((1<<ADPS1) | (1<<ADPS0));
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  Serial.println("\n\start readout\n");
  digitalWrite(rogo, HIGH);
  digitalWrite(cclk, HIGH);
  digitalWrite(cclk, LOW);
  digitalWrite(cclk, HIGH);
  digitalWrite(rogo, LOW);
  digitalWrite(rogo, HIGH);
  delayMicroseconds(15);
  for(uint16_t i = 0; i < 2086; i++)
  {
    digitalWrite(cclk, LOW);
    delayMicroseconds(15);
    digitalWrite(cclk, HIGH);
    data[i] = analogRead(A0);
  }
  for (int i = 0; i < 2086; i++)
  {
    Serial.print("(");
    Serial.print(i);
    Serial.print(",");
    Serial.print(data[i]);
    Serial.print(")");
  }
}

```

Рис. 3. Код управления и вывода данных

Сама схема подразумевает подключение двух входных сигналов, одного выходного, а так же питание, которое было взято напрямую с платы микроконтроллера.

Так как прибор выполнялся в форм-факторе модуля для монохроматора, также задачей стояло создание корпуса и расчет оптических параметров системы. Корпус был покрашен изнутри черной матовой свето-

поглощающей краской для исключения влияния на сенсор отраженного света. Также была проделана работа по монтажу устройства в корпусе, для этого использовались латунные стойки размером 17 мм. Размер был выбран исходя из фокусного расстояния установки.

После калибровки был получен представленный на рис. 4 спектр для лампы AiM Day Hi Glow, там же для сравнения представлены заводские характеристики этой лампы.

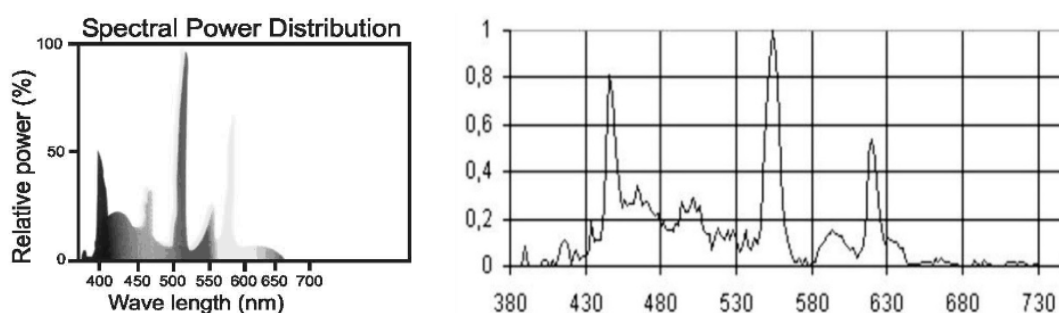


Рис. 4. Сравнение заводского и экспериментально полученного спектра

#### Библиографические ссылки

1. 2048-pixel CCD Linear Sensor (B/W) for Single 5V Power Supply Bar-code Reader [Электронный ресурс]. URL: [http://www.npk-photonica.ru/images/ilx554b\\_1\\_.pdf](http://www.npk-photonica.ru/images/ilx554b_1_.pdf) (дата доступа: 11.04.2018).
2. Никифорова Н. Н., Кулешов В. Н., Завадич В. П. Технология формирования пленок оксинитрида железа с использованием оптико-спектральных систем контроля // Вестник БГУ. 2008. № 3. С. 48–51. УДК 539.535.621.
3. Столяров А. В., Атрешенков В. А. Разработка системы автоматического управления и регистрации спектров монохроматора МДР-23 // Новые направления развития приборостроения : материалы 7-й Междунар. Студ. Научн.-технич. Конф., 23–25 апреля 2014 г. / редкол. О. К. Гусев [и др.]. – Минск, 2014. – С. 316. УДК 681.785.556; 681/518/3.
4. Review of the state-of-the-art in low-cost smart sensors [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1000001labs.org/wp-content/uploads/2013/09/Review-of-the-state-of-the-art-in-low-cost-smart-sensors.pdf> (дата доступа: 12.04.2018).