

**РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВОМ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ  
ТИПА AT89C4051**

П.С. Романовский

Научный руководитель – Пискун Г.А.

канд. техн. наук, доцент

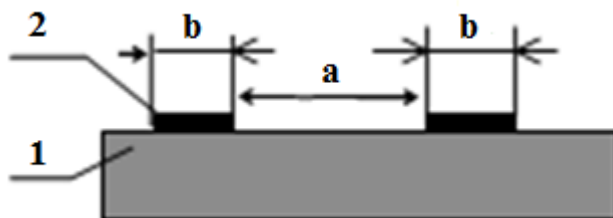
**Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники**

Электромагнитная совместимость (ЭМС) радиоэлектронного средства – это его способность функционировать совместно и одновременно с другими техническими средствами в условиях возможного влияния непреднамеренных электромагнитных помех (НЭМП), не создавая при этом недопустимых помех другим средствам [1, 2].

Задача обеспечения ЭМС различных РЭС возникла как следствие научно-технического прогресса в радиотехнике, электронике и связи по следующим причинам:

- непрерывное возрастание общего числа РЭС как следствие электронизации народного хозяйства страны;
- недостаточное число свободных от помех радиоканалов во всех освоенных диапазонах;
- возрастание общего уровня помех от главным образом индустриальных источников;
- усложнение функций и состава РЭС; сосредоточение различных видов РЭС в ограниченном пространстве, например на самолете, корабле, ИСЗ;
- несовершенство технических характеристик РЭС, от которых зависит их ЭМС;
- миниатюризация аппаратуры, что в ряде случаев приводит к снижению энергии полезных сигналов и уменьшению отношения сигнал – помеха [2].

Основываясь на методике расчета электромагнитной совместимости, представленной в работе [3], произведем расчет для проводников, расположенных на одной стороне печатной платы и идущих параллельно (рисунок 1).



1 – основание печатной платы; 2 – проводник

Рисунок 1 – Схема расположения проводников  
на печатной плате

Рассчитаем сопротивление проводника по следующей формуле [2]:

$$R = \rho \cdot \frac{l_{\text{п}}}{b \cdot t_{\text{п}}} = 0,0175 \cdot \frac{50}{0,25 \cdot 35} = 0,1 \text{ Ом.}$$

где  $\rho$  – удельное объемное электрическое сопротивление проводника,  
 $\rho = 0,0175$  мкОм/м – для медных проводников, полученных химическим методом;

$l_{\text{п}}$  – длина проводника, мм;

$b$  – ширина проводника, мм;

$t_{\text{п}}$  – толщина проводника, мкм.

Рассчитаем допустимый ток в печатном проводнике по формуле [2]:

$$I_{\text{max}} = 10^{-3} \cdot \gamma_{\text{доп}} \cdot b \cdot t_{\text{п}} = 10^{-3} \cdot 30 \cdot 0,25 \cdot 35 = 0,26 \text{ мА.}$$

где  $\gamma_{\text{доп}}$  – допустимая плотность тока,  $\gamma_{\text{доп}} = 30 \text{ А/мм}^2$  для проводников, полученных химическим методом.

Рассчитаем паразитную емкость в выбранном нами участке, где она наибольшая. Ёмкость между двумя выбранными проводящими элементами определяем по формуле:

$$C = \frac{0,12 \cdot \varepsilon_r \cdot l_{\text{п}}}{\lg\left(\frac{2a}{b + t_{\text{п}}}\right)} = \frac{0,12 \cdot 5 \cdot 20}{\lg\left(\frac{2 \cdot 0,85}{0,25 + 35 \cdot 10^{-3}}\right)} = \frac{12}{0,78} \approx 15 \text{ пФ.}$$

где  $\varepsilon_r$  – диэлектрическая проницаемость среды между проводниками, расположенных на наружных поверхностях платы, покрытой лаком;

$l_{\text{п}}$  – длина участка, на котором проводники параллельны друг другу, мм ( $l_{\text{п}} = 50$  мм);

$b$  – ширина проводника, мм ( $b = 0,25$  мм);

$t_{\text{п}}$  – толщина проводника, мм ( $t_{\text{п}} = 35$  мкм);

$a$  – толщина диэлектрика, мм ( $a = 0,85$  мм).

Из приведённых расчётов следует, что паразитная ёмкость в печатной плате системы управления техническим средством для регулирования движения транспортом на микроконтроллерах типа AT89C4051 имеет достаточно малые значения. Вследствие этого можно пренебречь мерами защиты платы от их влияния.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 23611 – 79 Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Термины и определения (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 1980-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1986 – 10 с.

2. The Impact of ESD on Microcontrollers / Gennady A. Piskun, Viktor F. Alexeev, Sergey M. Avakov, Vladimir E. Matyushkov, Dmitry S. Titko ; Edited by PhD, Associate professor Viktor F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p. – ISBN 978-9857-148-40-0.

3. Князев, А. Д. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А. Д. Князев. – Минск : Радио и связь, 1989. – 221с.