

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ЦИФРОВЫХ МИКРОСХЕМ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Шлома С.Л.

Титович Н.А. – к.т.н., доцент

Одной из важнейших проблем, которую приходится решать разработчикам современных радиоэлектронных систем (РЭС), является обеспечение надежной работы радиоаппаратуры в условиях воздействия электромагнитных помех (ЭМП). Опыт, накопленный отечественными и зарубежными специалистами, показывает, что помехоустойчивость РЭС в конечном итоге определяется помехоустойчивостью её элементной базы. Этим и обусловлена необходимость проведения исследований влияния электромагнитных помех на работоспособность полупроводниковых приборов и интегральных схем, как наиболее уязвимых элементов, а также разработки мер по снижению их восприимчивости к действию ЭМП.

При выборе метода исследования восприимчивости полупроводниковых приборов (ПП) и интегральных схем (ИС) к воздействию ЭМП необходимо руководствоваться следующими основными критериями [1]:

- получение максимума информации об изменении характеристик и параметров ПП и ИС в условиях действия помех;
- достоверность получаемой информации, т.е. точность определения уровней воздействующих помеховых сигналов и значений контролируемых параметров;
- минимизация затрат на проведение исследований;
- приближение условий эксперимента к реальной помеховой обстановке.

Применение кондуктивного способа подачи помехи при оценке восприимчивости позволяет получить максимум информации об изменении параметров ПП и ИС, повышает точность определения уровня поглощенной исследуемым элементом энергии помехового сигнала, а также снижает затраты на проведение эксперимента, в частности, за счет уменьшения мощности имитаторов ЭМП [2].

Структурная схема экспериментальной установки для исследования восприимчивости цифровых микросхем к воздействию ЭМП представлена на рисунке 1.

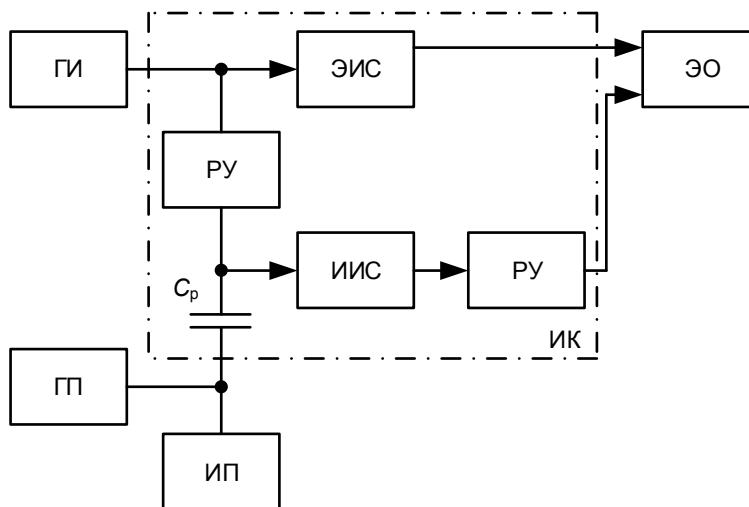


Рис. 1 – Структурная схема экспериментальной установки

Работа схемы основана на сравнении выходных сигналов исследуемой (ИИС) и эталонной (ЭИС) интегральных схем, выполняющих одинаковые функции.

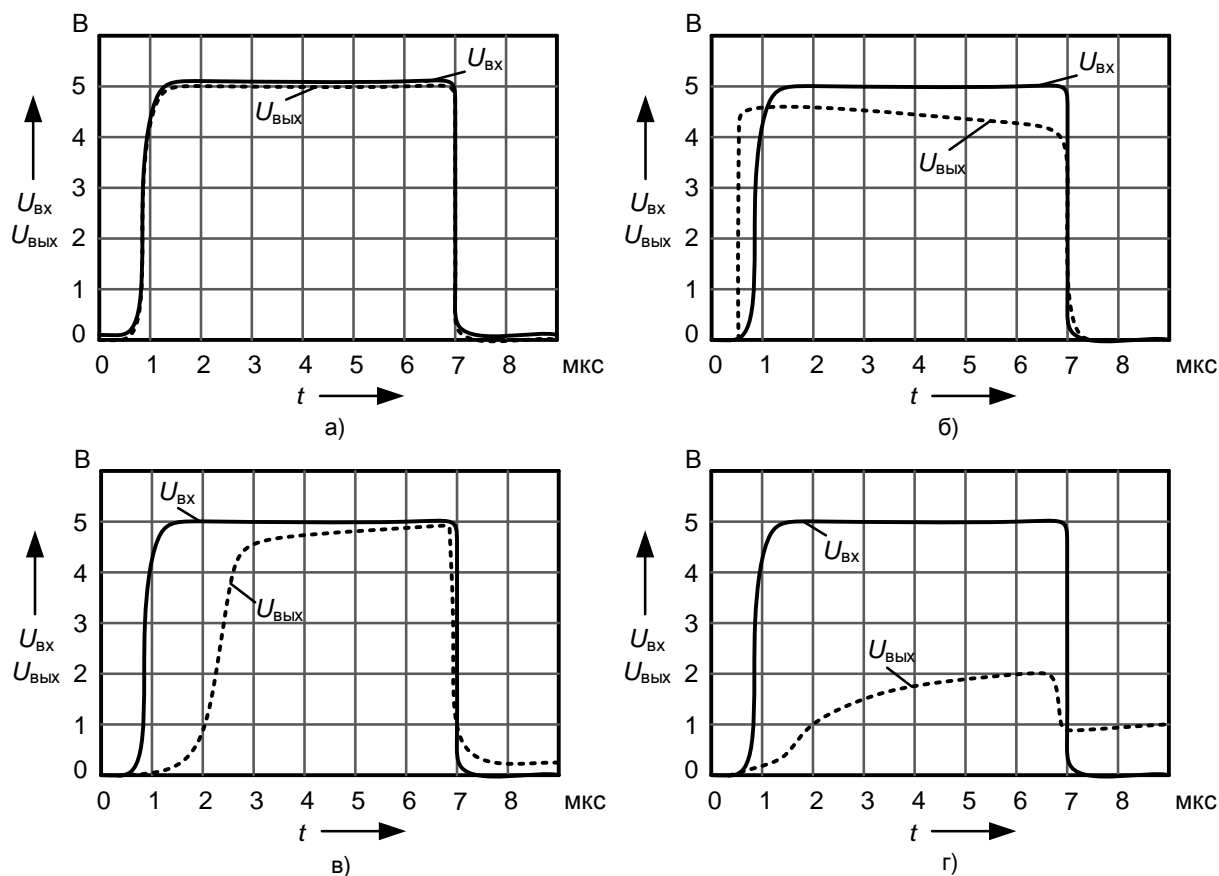
Импульсная последовательность от генератора импульсов (ГИ) поступает на ЭИС и ИИС одновременно. На ИИС через разделительную ёмкость  $C_p$  от генератора помехи (ГП) поступает гармонический помеховый сигнал с частотой, превышающей граничную рабочую частоту микросхемы. Помеха может подаваться поочередно на все выходы ИИС: вход, выход, шину питания и т.д. Для исключения влияния ЭМП на другие цепи схемы предусмотрены развязывающие устройства (РУ). В качестве РУ целесообразно использовать ключевые каскады на мало восприимчивых к воздействию помех транзисторах и микросхемах, и недопустимо применение индуктивно-емкостных фильтров, т.к. это приводит к увеличению времени переходных процессов при переключении и к искажению выходного сигнала ИИС, а, следовательно, и к ошибкам при оценке изменения динамических параметров.

ЭИС, ИИС и РУ расположены в измерительной камере (ИК). С целью исключения влияния друг на друга и на другие элементы, ЭИС и ИИС экранированы. Сверху и снизу ИК закрывается металлической крышкой. Для установки ИИС и ЭИС в ИК предусмотрены специальные разъемы. Обе микросхемы включаются в соответствии с требованиями технических условий на испытания. При смене типа исследуемых микросхем произ-

водится подключение новой камеры. Для подачи помехового сигнала на ИИС и измерения напряжения ЭМП на передней стенке ИК расположены ВЧ разъемы.

С выхода ЭИС и ИИС два сигнала поступают на входы двухлучевого осциллографа. Наблюдая изменения импульса исследуемой микросхемы под действием помехи на экране осциллографа, можно оценить и измерить отклонение уровней логического нуля и логической единицы, а также времени задержки при включении и выключении, от эталонного значения. При этом при помощи ВЧ вольтметра измеряется значение напряжения  $U_n$ , приводящее к данному отклонению.

На рисунке 2 представлено изменение выходного сигнала ИС относительно входного при воздействии различных уровней сигнала помехи.



а –  $U_n = 0$  В; б –  $U_n = 2$  В; в –  $U_n = 4$  В; г –  $U_n = 8$  В

Рис. 2 – Изменение выходного сигнала ИС под действием ЭМП

За критерий восприимчивости ИС к воздействию ЭМП принимается отклонение одного из контролируемых параметров ИС на значение превышающее пороговое:

- выходное напряжение логической единицы  $U_{OH}$  – не менее 2,0 В;
- выходное напряжение логического нуля  $U_{OL}$  – не более 0,3 В;
- изменение времени задержки распространения при включении и выключении ЛЭ – не более  $\pm 100$  нс.

Таким образом, подавая радиопомеху через разделительную емкость непосредственно на вывод исследуемого элемента можно с помощью известных методов достаточно точно определить уровни поглощенной им энергии помехового сигнала [3]. Исследуя изменения параметров ПП и ИС при поочередной подаче радиопомех на все их выводы, можно определить наиболее восприимчивые из них. Приведенная выше схема и описанная методика положена в основу лабораторной работы по курсу "Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств" для студентов радиотехнических специальностей.

Список использованных источников:

1. Титович, Н.А. Оценка влияния электромагнитных помех на динамические параметры цифровых схем / Н. А. Титович // Радиотехника и электроника. – Минск : Выш. шк., Вып. 20. – С. 84 – 87.
2. Rodgers, J. Diffusion Model of Nonlinear HPM Effects in Electronics / J. Rodgers, T.M. Firestone, V.L. Granatstein. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.ipr.umd.edu/MURI2001/FinalReview0714-/05\\_Rodgers.pdf](http://www.ipr.umd.edu/MURI2001/FinalReview0714-/05_Rodgers.pdf).
3. Korte, S. Breakdown behavior of electronics at variable pulse repetition rates / S. Korte, H. Garbe // Adv. Radio Science, 2006. – N 4, pp. 7 – 10.