

А. СЕКЕНОВА, магистрант, инженер, каф. ТУ, ТУСУР, Томск
И. Е. САГИЕВА, канд. техн. наук, мл. науч. сотр., ассистент,
каф. ТУ, ТУСУР, Томск

ВЛИЯНИЕ ЭКРАНА НА ВРЕМЕННОЙ ОТКЛИК МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ С ДВУМЯ БОКОВЫМИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ПРОВОДНИКАМИ

Выполнено моделирование микрополосковой линии с двумя боковыми дополнительными проводниками с экраном и без. Представлены временные отклики на воздействие сверхкороткого импульса. Выявлено, что при одних и тех же параметрах геометрических моделей поперечного сечения результаты отличаются из-за влияния экрана. При учете экрана разложение сверхкороткого импульса возможно только при увеличении высоты экрана. А при этих же параметрах без учета экрана наблюдаются равные и минимальные амплитуды импульсов.

Для передачи сигналов и питания к различным элементам электрических цепей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) широко используются микрополосковые линии (МПЛ) [1]. Однако мощные сверхкороткие импульсы (СКИ) могут быть опасными для РЭА, так как могут привести к ухудшению её функционирования, вплоть до полного отказа системы [2]. Поэтому совершенствование помехозащиты РЭА является важной задачей [3]. Существуют различные устройства помехозащиты: газоразрядники, модульный разъем Ethernet и улучшенная розетка, фильтр электромагнитных помех с интегральной схемой и защитой от электростатического разряда, комбинированный дроссель противofазного и синфазного режимов и др. Одним из таких устройств является модальный фильтр (МФ), основанный на применении связанных линий передачи с неоднородным диэлектрическим заполнением, за счет которого можно делить сверхкороткий импульс на импульсы меньшей амплитуды из-за разности задержек мод. На практике часто микрополосковые схемы размещают в корпусах, защищающих от внешних электромагнитных климатических воздействий. Однако ранее исследования влияния экрана

на временные отклики МФ почти не выполнялись. Между тем такое исследование актуально, так как наличие экрана может внести изменения во временные отклики МФ, основанных на различных линиях передачи, например микрополосковых. В этой связи целью работы является исследование влияния экрана на примере временного отклика МФ на основе микрополосковой линии (МПЛ) с боковыми дополнительными проводниками.

Выполнено моделирование МПЛ с боковыми дополнительными проводниками (рисунок 1) с учетом экрана и без в системе TALGAT [4], включающее построение геометрических моделей поперечных сечений, вычисление матриц погонных коэффициентов электростатической (C) и электромагнитной (L) индукции, а также вычисления временного отклика. Параметры поперечного сечения исследуемой линии: ширина сигнального проводника $w = 0,4$ мм, ширина боковых дополнительных проводников $w1 = 0,375$ мм, толщина проводников $t = 105$ мкм, относительная диэлектрическая проницаемость подложки $\epsilon_r = 4,2$, разнос проводников $s = 0,9$ мм, расстояние от края экрана до проводников $d = 1$ мм, толщина подложки $h = 0,18$ мм. При учете экранирования изменялась его высота как $h1 = 0,295; 0,57; 1$ и 2 мм.

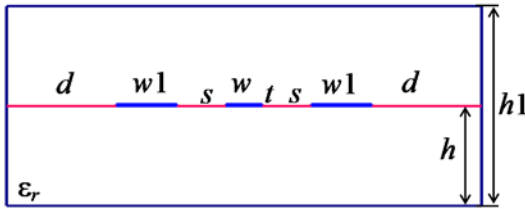
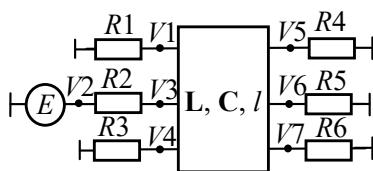


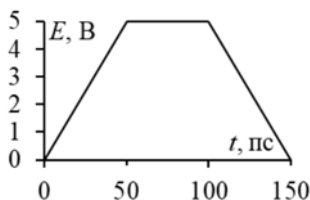
Рисунок 1 – Поперечное сечение МПЛ с боковыми дополнительными проводниками с экраном

Для вычисления временного отклика моделировалась принципиальная электрическая схема из рисунка 2,а, где сигнальный проводник соединен с источником СКИ, представленным на схеме идеальным источником ЭДС (E) и внутренним сопротивлением $R2$. На другом конце проводник соединен с $R5$. Параметры схемы: длина линии $l = 1$ м, все сопротивления 50 Ом. В качестве СКИ при моделировании принят трапецевидный импульс с амплитудой ЭДС 5 В и временами нарастания, плоской

вершины и спада по 50 пс (рисунок 2,б). Потери в проводниках и диэлектриках не учитывались.



а



б

Рисунок 2 – Моделируемая схема (а) и форма ЭДС действующего СКИ (б)

На рисунке 3 представлены вычисленные временные отклики на выходе. Как видно, СКИ раскладывается на 2 импульса без экрана и с экраном при его высоте $h1 = 1$ и 2 мм. В силу симметрии двух боковых дополнительных проводников амплитуда импульса моды 3 равна нулю и остаются только импульсы мод 1 и 2.

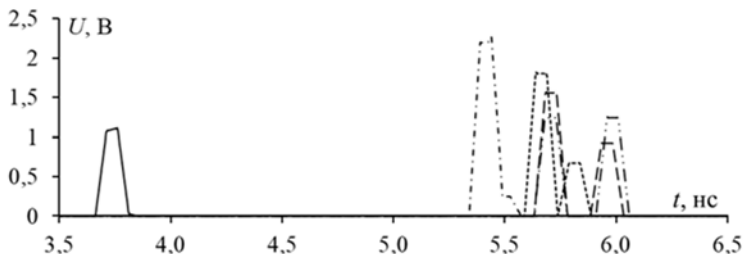


Рисунок 3 – Формы напряжения в конце линий без экрана (---) и с экраном при $h1=0,295$ (—); $0,57$ (---); 1 (···); 2 (— —)

При этом для случая без экрана СКИ раскладывается на 2 равных по амплитуде 1,24 В импульса с интервалом между ними

0,28 нс. Для случая с экраном выявлено, что его приближение к линии приводит к наложению импульсов. Однако возможно разложение СКИ при увеличении высоты экрана. При этом изменением параметров поперечного сечения можно получить импульсы с выравненными амплитудами.

В заключение отметим, что данные результаты получены для конкретных значений параметров линии. Однако легко получить аналогичные зависимости при других значениях параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Maloratsky L. G. Using modified microstrip lines to improve circuit performance // High Frequency Electronics. 2011. Vol. 10, No 5. P. 38–52.

2. Газизов Т. Р., Заболоцкий А. М., Куксенко С. П. Электромагнитная совместимость: преднамеренные силовые электромагнитные воздействия: учеб. пособие. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2018. 114 с.

3. Radasky W. A., Baum C. E., Wik M. W. Introduction to the special issue on high-power electromagnetics and intentional electromagnetic interference // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. 2004. Vol. 46. P. 314–321.

4. Kuksenko S. P. Preliminary results of a project of the University of TUSUR on designing the distribution network space vehicles: modeling EMC // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 560, No 012110. P. 1–7.

A. Sekenova, I.YE. Sagiyeva

Influence of the shield on the time response of a microstrip line with two side additional conductors

Simulation of a microstrip line with two side additional conductors with and without a shield is performed. The time responses to the effects of an ultrashort pulse are presented. It was revealed that with the same parameters of the geometric cross-section models, the results differ due to the influence of the shield. When the shield is taken into account, the decomposition of the ultrashort pulse is possible only when the height of the shield is increased. And at the same parameters without regard to the shield, equal and minimum pulse amplitudes are observed.

aitowaas@mail.ru
indira_sagiyeva@mail.ru