

УДК 621.382

EDN [WTGDQC](#)



<https://www.doi.org/10.47813/nto.4.2023.10.90-97>

Анализ воздействия непреднамеренных электромагнитных помех на электронные устройства

Д.И. Кузнецов, Е.П. Кузнецова *, Д.Д. Ялуков

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - Каи, г. Казань, 420126, Россия

*E-mail: lizaveta.2372@gmail.com

Аннотация. В современном мире электронные устройства стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Однако, с развитием технологий и увеличением количества электромагнитных источников, таких как мобильные телефоны, радиостанции, радары, беспроводные сети и другие, возникает риск возникновения непреднамеренных электромагнитных помех, которые могут негативно повлиять на работу электронных устройств.

Ключевые слова: помехи, электронные устройства, воздействие, источники помех, измерения, моделирование.

Analysis of the impact of unintentional electromagnetic interference on electronic devices

D.I. Kuznetsov, E.P. Kuznetsova *, D.D. Yalukov

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev - Kai, Kazan, 420126, Russia

*E-mail: lizaveta.2372@gmail.com

Abstract. In the modern world, electronic devices have become an integral part of our daily life. However, with the development of technology and an increase in the number of electromagnetic sources, such as mobile phones, radio stations, radars, wireless networks and others, there is a risk of unintentional electromagnetic interference that can negatively affect the operation of electronic devices.

Keywords: interference, electronic devices, impact, interference sources, measurements, modeling

1. Введение

Важность анализа влияния непреднамеренных помех на электронное оборудование

Анализ и предотвращение потенциальных воздействий: Анализы помогут выявить возможные источники помех, например, электромагнитных поля, перенапряжения и электрические разряды, которые могли бы нанести ущерб электронной технике. Это позволяет предварительно предпринять меры по защите оборудования от повреждений.

Гарантия надежной работы: анализ поможет выявить потенциальные явления, которые могут возникнуть в результате воздействия помех. Это позволит принимать меры, чтобы минимизировать влияние помех на функционирование электронного оборудования и обеспечить его надежную работу.

Соответствие стандартам: большинство стран имеют нормы и стандарты для регулирования электромагнитной совместимости оборудования. Анализ позволит убедиться в соответствии с требованиями данных стандартов, не создавая помех для других электронных устройств.

Безопасность: Неконтролируемая помеха может создать опасность для работы электрооборудования, окружающей среды и людей. Анализы помогут выявить источники воздействия помех и предпринять меры по обеспечению безопасности.

Электромагнитные поля оказывают влияние на насекомых. Действие ЭМП на насекомых может вызывать изменения в поведении, действуя на уровне информационных отношений между особями, может оказывать чисто физическое действие в силу особенностей строения тела и жизнедеятельности насекомых. В районе действия электрического поля ЛЭП у насекомых проявляются изменения в поведении: так у пчел фиксируется повышенная агрессивность, беспокойство, снижение работоспособности и продуктивности, склонность к потере маток.

2. Методы и материалы исследования

Способы анализа электромагнитных помех: измерения, моделирование, эксперименты.

Измерения: Измерения являются непосредственным способом анализа магнитной помехи. Для этого могут быть использованы специальные инструменты и оборудование, такие как спектроанализаторы, осциллографы, векторные сетчатые анализаторы и др. Имеются возможности измерения и анализа различных параметров помехи, например, уровня сигнала, диапазона частот, искажений и так далее. Измерения осуществляются в различных точках системы для того, чтобы определить источники, а также распространение помехи.

Моделирование: Моделирование включает в себя создание математических моделей с помощью специального программного обеспечения. Это позволяет анализировать поведения системы в различных условиях помех. Моделирование может быть использовано для того, чтобы определить эффекты помех на производительность устройства, оценить параметры помех и предложить оптимальные решения для минимизации помех.

Эксперименты: в ходе экспериментов проводятся физические тесты, направленные на исследование и анализ поведения системы в случае возникновения помех. Эксперименты могут содержать разные условия, например, изменения мощности источника помехи, расстояние между источником помех и целевым устройством и так далее. Результаты исследований могут быть использованы для подтверждения моделей и измерений, и для разработки и корректировки решения по снижению помех.

Использование вместе всех трех методов анализа может помочь полному пониманию электромагнитных помех и их влияния на работу электронных устройств. Комбинированный подход позволит определить источники помех, разработать и применить соответствующие меры, направленные на снижение и защиту от этих воздействий.

Изменения, имеющие аналогичные частоты рабочей частоты устройства могут оказывать наиболее мощное влияние на работу устройства, это связано с возможностью резонанса электромагнитной помехи с устройством и вызывания нежелательных эффектов.

Если неисправность имеет короткий срок, то воздействие на прибор может незначительно, если неисправность длится длительное время, она может наносить большой вред и вызвать сбои в работе электрооборудования.

Факторы, влияющие на воздействие электромагнитных помех:

1. Интенсивность: высокий уровень интенсивности может вызвать больше искажений сигнала, а также сильное воздействие на работу устройства.
2. Частота: помехи, имеющие схожую частоту с рабочей частотой устройства, могут оказать наиболее сильное воздействие на его работу, это связано с возможностью электромагнитных помех резонировать с устройством и вызвать нежелательные эффекты.
3. Длительность: если помеха имеет короткую длительность, то ее воздействие на устройство может быть незначительным, если помеха длится продолжительное время, то она может нанести большой ущерб и привести к сбоям в работе электронного оборудования.
4. Спектр: если помехи охватывают широкий спектр частот, то они могут оказать воздействие на большее количество устройств, работающих в разных диапазонах частот.

Современные методы снижения воздействия помех на электронные устройства:

1. Экранирование: использование электромагнитных экранов, проводников или ферромагнитных материалов для блокировки помеховых сигналов и предотвращения их попадания в электронную схему.
2. Фильтрация: применение фильтров для снижения помеховых сигналов в желаемом диапазоне частот.
3. Оптимизация дизайна электронных схем: использование минимально возможного количества проводников, правильное размещение компонентов, минимизация петель заземления и питания.

Значимость анализа воздействия непреднамеренных электромагнитных помех на электронные устройства для обеспечения их надежной работы.

Анализ воздействия непреднамеренных электромагнитных помех на электронные устройства имеет огромное значение для обеспечения их надежной работы.

В ходе работы было проведено исследование прохождения сигналов через линии связи и путей проникновения помех. Для проведения данной работы было использовано оборудование нашего института и три различных провода в качестве линии связи ($L_1 = 7,2$ м; $L_2 = 3,7$ м; $L_3 = 1,2$ м):



Схема соединения для измерений параметров:

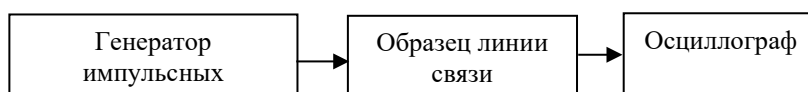


Рисунок 1. Осциллограф, с помощью, которого снимались измерения.

4. Полученные результаты

Исходный сигнал (осциллограф ← генератор):

$F = 2000$ Гц; $T = 0,5$ мс; $U = 20$ В;

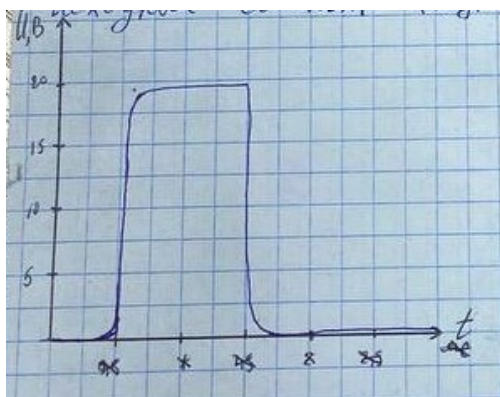


Рисунок 2. Сигнал с генератора.

Сигнал, прошедший соединение L_1 (осциллограф $L_1 \leftarrow$ генератор):

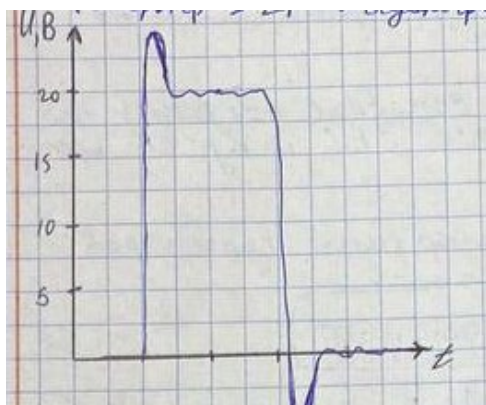


Рисунок 3. Сигнал после прохождения сигнала после прохождения линии связи длиной 7,2 м.

Сигнал, прошедший соединение $L_1 + L_2$ (осциллограф $L_2 \leftarrow L_1 \leftarrow$ генератор):

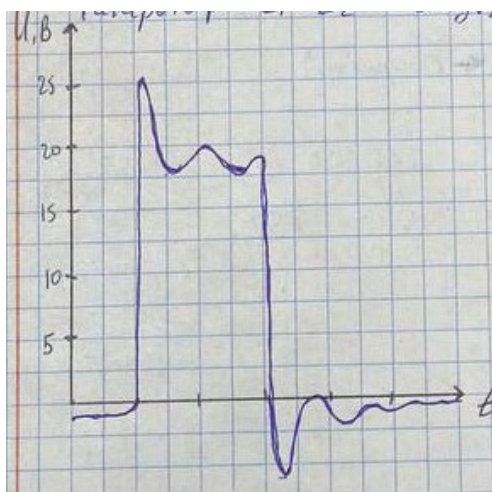


Рисунок 4. Сигнал после прохождения сигнала после прохождения линии связи длиной 10,9 м.

Сигнал, прошедший соединение $L_1 + L_2 + L_3$ (осциллограф $L_3 \leftarrow L_2 \leftarrow L_1 \leftarrow$ генератор):

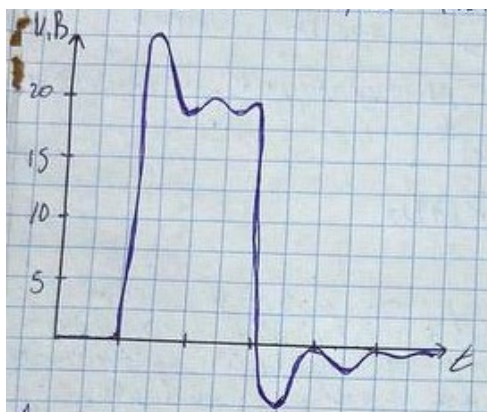


Рисунок 5. Сигнал после прохождения сигнала после прохождения линии связи длиной 12,1 м.

В ходе работы были получены графические зависимости выходного сигнала от длины линии связи, из которых можно сделать вывод, что с увеличением длины линии связи появляются новые гармоники в сигнале.

Электромагнитные помехи могут возникать из-за различных источников, таких как электромагнитные поля высокого напряжения, электромагнитные излучения от электронных устройств, радиочастотные помехи и другие. Эти помехи могут привести к сбоям работы электронных устройств, ошибкам в обработке данных, повреждению компонентов и даже полной потере функциональности.

Анализ воздействия помех позволяет определить возможные проблемы, связанные с электромагнитными помехами, и принять меры по их предотвращению. В процессе анализа проводятся измерения электромагнитных полей, оценивается уровень помех и их вероятное воздействие на электронные устройства. Также анализ позволяет оценить электромагнитную совместимость различных устройств и систем.

Обеспечение надежной работы электронных устройств является особенно важным в таких отраслях, как авиационная и космическая промышленность, медицинская техника, энергетика и другие [1, 2].

5. Выводы

Таким образом, анализ воздействия непреднамеренных электромагнитных помех на электронные устройства играет ключевую роль в обеспечении их надежной работы и безопасности использования. Правильное планирование, разработка и тестирование устройств с учетом потенциальных помех позволяет снизить вероятность возникновения сбоев и повреждений, повысить качество и надежность продукции и обеспечить ее соответствие требованиям электромагнитной совместимости.

Следует отметить, что непреднамеренные электромагнитные помехи могут оказывать влияние на окружающую среду различными способами. Они могут вызывать интерференцию с работой электронных устройств, таких как радио, телевизоры, компьютеры и телефоны. Это может привести к нарушению коммуникаций и работе электронных систем.

Кроме того, электромагнитные помехи могут оказывать воздействие на здоровье людей и животных. Некоторые исследования показывают, что длительное воздействие

электромагнитных полей может быть связано с различными заболеваниями, такими как головные боли, бессонница, утомляемость и даже рак.

Для минимизации воздействия непреднамеренных электромагнитных помех на окружающую среду необходимо проводить тщательное техническое обслуживание и регулярную проверку всех электронных устройств. Также важно соблюдать нормы и стандарты по электромагнитной совместимости при проектировании и эксплуатации электротехнических систем.

Список литературы

1. Идиатуллов З.Р. Анализ и прогнозирование воздействия СВЧ-помех на низкочастотные радиоэлектронные устройства – 1996. – с. 80-98
2. Кисель Н.Н. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем – 2016. – с. 173