

STUDY OF RADIOSIGNAL RADIATION OF USB 3.0 DEVICE

Dyanko K. Hubenov

***Abstract:** This paper shows a study of the impact of radio frequency interference caused by an USB 3.0 device over another wireless device. Also some performance improvement means are proposed in order to reduce the harmful interference.*

***Keywords:** USB 3.0, radio frequency interference, wireless device*

ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАДИОЧЕСТОТНОТО ИЗЛЪЧВАНЕ НА USB 3.0 УСТРОЙСТВО

Дянко К. Хубенов

*Национален военен университет „Васил Левски“,
Факултет „Артилерия, ПВО и КИС“,
гр. Шумен, ул. „Карел Шкорпил“ 1
e-mail: d_hubenov@abv.bg*

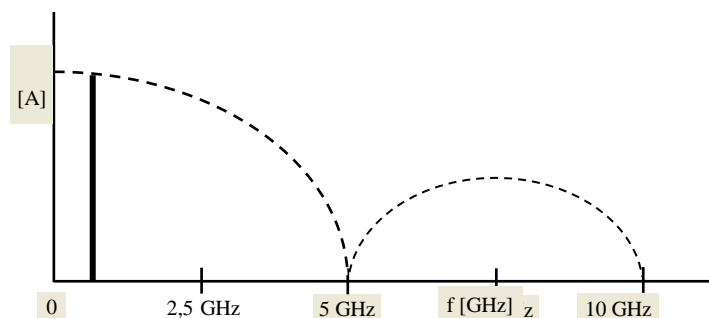
Въведение

Нелицензираните честоти в диапазона около 2,4 GHz се използват от все по-голям брой безжични устройства, като например рутери и периферни устройства за компютри (мишки и клавиатури). Трансийвърите на тези устройства могат да работят както на постоянна честота, така и да използват различни методи за промяна на работната честота, като за това могат да се използват стандартни протоколи като Bluetooth и IEEE 802.11b / g / n или собствени протоколи разработени за конкретното устройство.

За да може безжичния радиоприемник да определи достоверно наличието на полезен сигнал неговата чувствителност трябва да е по-висока от мощността на този сигнал. Границата на чувствителността на приемника се влияе пряко от минималното отношение сигнал – шум (С/Ш), необходимо за демодулация на сигнала. С увеличаване на разстоянието между предавателя и приемника нивото на приетия сигнал намалява, като в същото време намалява и отношението С/Ш вследствие наличието на смущения на основната честотна лента. Всичко това води до снижаване на обхвата на безжичните комуникации и предизвиква необходимост от повишаване на нивото на приетия сигнал за да бъде преодоляна чувствителността на приемника.

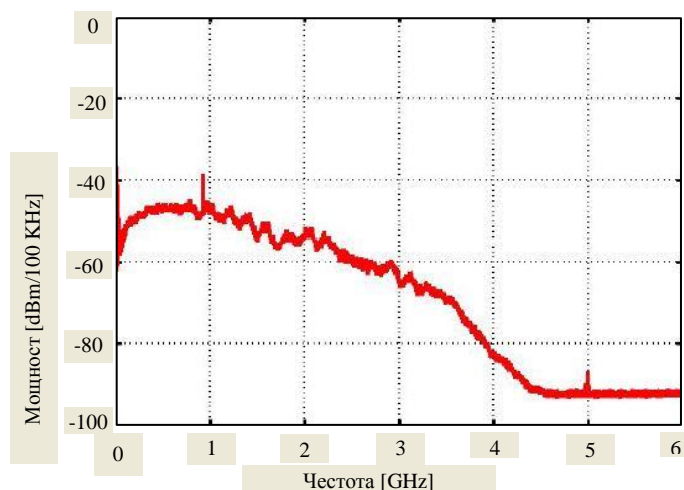
1. Стандарт за предаване на данни USB 3.0.

Интерфейс USB 3.0 позволява предаване на данни със скорост до 5 Gbit/s, като за постигане на тази скорост се използва разширен честотен спекър на тактовите честоти (фиг. 1.1) и кодиране на информацията.



Фигура 1.1. Функции на USB 3.0

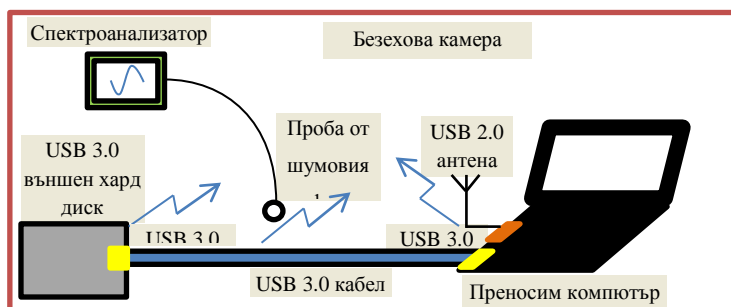
От фигурата се вижда, че информационният спектър е широколентов и варира от нула до 5 GHz. На фиг. 1.2 е показан информационният спектър на USB 3.0 сигнала от преносимия компютър. Вижда се че шумовият фон е доста интензивен в честотния диапазон около 2,4 GHz. Тези шумове е възможно да се излъчат в околното пространство чрез свързващия кабел на USB 3.0 или чрез някой от конекторите - към външния хард диск или към преносимия компютър. Това излъчване би могло да окаже зловредно влияние на разположеното в близост безжично устройство, като понижи отношението С/Ш и съответно чувствителността на приемника, предизвиквайки влошаване на качеството или дори пропадане на безжичната връзка [4].



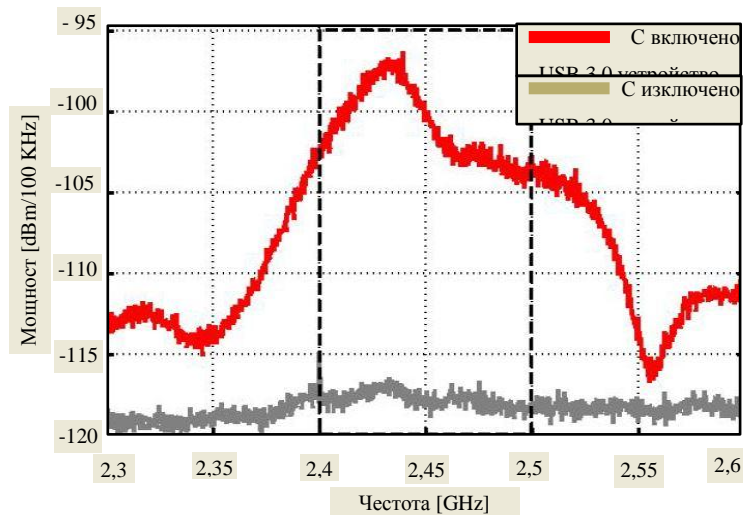
Фигура 1.2. Информационен спектър на USB 3.0

На фиг. 1.3 е показан моделът за определяне нивото на шумовия фон на USB 3.0 устройство, като е използвана безехова камера.

Взета е проба от полето, в близост до USB 3.0 външен хард диск, която след това се изследва със спектроанализатор при включен и изключен хард диск. Резултатите са показани на фиг. 1.4, където се вижда, че когато хард дискът е включен нивото на шум в честотната около 2,4 GHz се увеличава с около 20 dB. Това увеличение би могло да предизвика зловредно влияние върху нормалната работа на безжичното устройство.



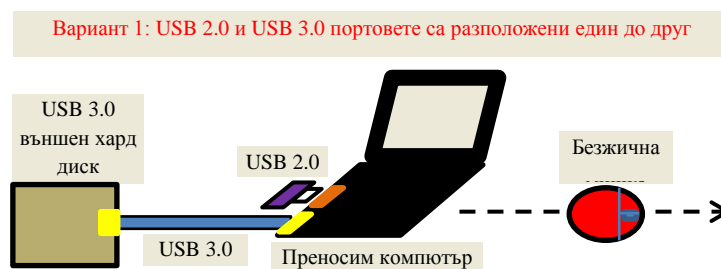
Фигура 1.3. Модел за измерване на шумовия фон на USB 3.0 устройство



Фигура 1.4. Спектър на шума при включено и при изключено USB 3.0 устройство

2. Влияние на USB 3.0 устройство върху работата на безжично периферно устройство за персонален компютър

На модела, показан на фигура 2.1, към преносим компютър чрез USB 2.0 порт е свързан донгъл комуникиращ с безжична мишка, за да се демонстрира влиянието на шумовете от USB 3.0 устройство върху тази безжична мишка. Освен това към същия преносим компютър е свързан външен хард диск с USB 3.0 интерфейс, като двете устройства (хард дискът и безжичната мишка) са свързани към съседни портове на преносимия компютър.



Фигура 2.1. Модел за оценка на работата на безжична мишка, намираща се в близост до USB 3.0 устройство

Таблица 2.1.

Резултати от проверка на работата на безжична мишка, намираща се в близост до USB 3.0 устройство

Състояние на USB 3.0 външен хард диск	Безжична мишка намираща се на разстояние		
	0,5 метра	1 метър	1,5 метра
Не е свързано	Няма забавяне	Няма забавяне	Няма забавяне
Вариант 1: Свързано без да се предават данни	Няма забавяне	Забавяне на мишката	Забавяне на мишката
Вариант 1: Свързано и има предаване на данни	Няма забавяне	Забавяне на мишката	Забавяне на мишката

Безжичната мишка се отдалечава от преносимия компютър няколко пъти на зададено разстояние, като качеството на радио връзката между безжичната мишка и преносимия компютър се оценява след всяко нейно преместване. Данните са представени в таблица 2.1, като критерии за оценяване се приема плавно преместване на курсора на мишката.

Вижда се, че когато към преносимия компютър е свързано USB 3.0 устройство работата на безжичната мишка се затруднява. Когато разстоянието между преносимия компютър и мишката стане повече от един метър се получава значително забавяне на преместването на курсора на

мишката. Този ефект се отчита, както когато се предават данни по USB 3.0 устройството, така и когато няма предаване на данни.

Ако вместо USB 3.0 външен хард диск се използва друго USB 3.0 периферно устройство се получават идентични резултати. Тъй като шумът от USB 3.0 устройство е широкополосен, то той би повлиял на каквато и да било антена разположена в близост, включително и Bluetooth устройства.

3. Методи за намаляване на влиянието на USB 3.0 устройства върху безжични периферни устройства

За да се понижи въздействието на USB 3.0 устройството върху безжичните периферни устройства е необходимо:

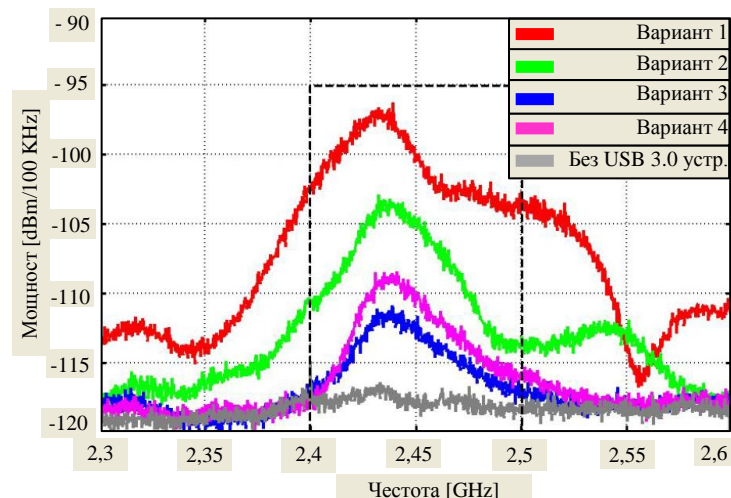
- ✓ Екраниране на USB 3.0 устройството;
- ✓ Екраниране на USB 3.0 конектора към преносимия компютър;
- ✓ Правилно позициониране на безжичната антена.

3.1. Екраниране на USB 3.0 устройството

Екранирането на USB 3.0 устройството би спомогнало за намаляване на излъчването на шум в диапазона около 2,4 GHz. На фигура 3.1 са показани различни варианти за екраниране, като при всеки от тях се прави измерване на излъчвания шум в честотната лента около 2,4 GHz. При измерванията е използван модела показан на фигура 1.3. Резултатите от измерванията са показани на фигура 3.2. От тях се вижда, че екранирането оказва голямо влияние за ограничаване на шума. Пълното екраниране при вариант 4 намалява нивото на излъчения шум с около 12 dB в сравнение с вариант 1, където няма екраниране.



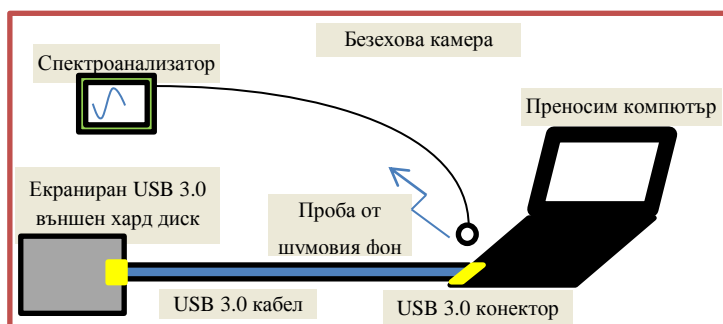
Фигура 3.1. Варианти за екраниране на USB 3.0 външен хард диск



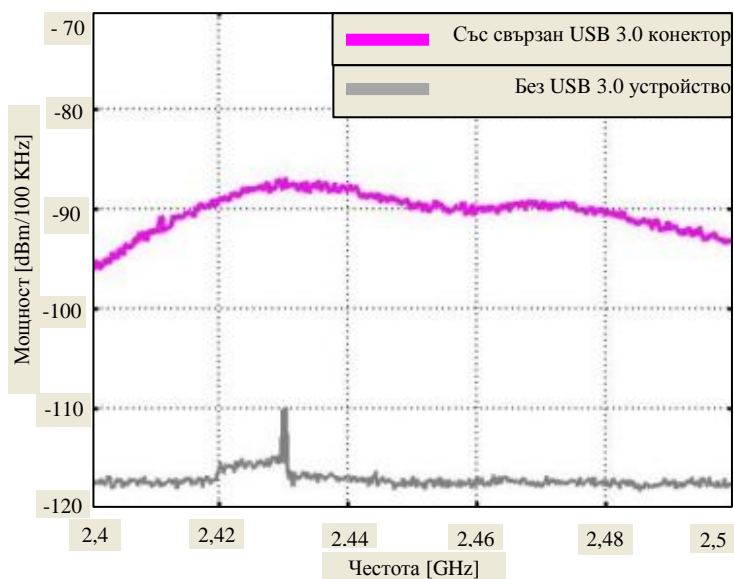
Фигура 3.2 Спектър на излъчения шум при различни варианти на екраниране на USB 3.0 устройството

3.2. Екраниране на USB 3.0 конектора към преносимия компютър

Освен шума, излъчен от самото USB 3.0 устройство, има излъчване на шум и от конектора, който свързва устройството към преносимия компютър. На фигура 3.3 е показан модел за измерване на това излъчване в безехова камера, като пробата от сигнала се взема в близост до конектора. За да се елиминира напълно влиянието на самия външен хард диск, той е екраниран напълно и отдалечен на два метра чрез USB 3.0 кабел.



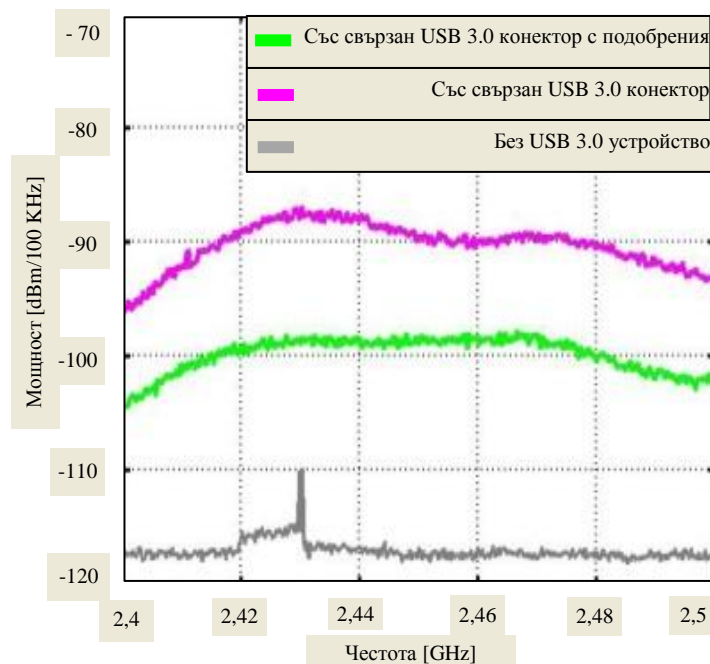
Фигура 3.3. Модел за измерване на шум генериран от USB 3.0 конектор



Фигура 3.4. Спектър на шума при изключено USB 3.0 устройство и след свързване на USB 3.0 конектора

Както се вижда на фигура 3.4, шумът, излъчван от конектора, увеличава с около 25 dB шумовия фон, което оказва влияние на отношението С/Ш на приемника на безжичното периферно устройство.

Съществуващата екранировка на USB 3.0 конектора е предназначена да предпазва сигналните крачета, но трябва да бъде надеждно заземена. Ето защо тази екранировка не осигурява добра защита срещу излъчване на шум. Освен това свързването на екранировката към маса трябва да се извърши при минимално съпротивление. На следващо място трябва да има надеждна връзка между екраните на мъжката и женската част на USB 3.0 конектора. Препоръчително е също да се подобри качеството на самата екранировка.

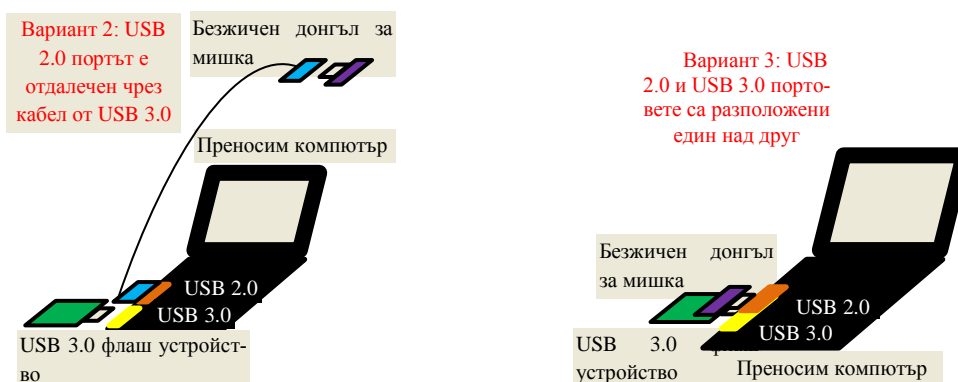


Фигура 3.5. Спектър на шума при изключено USB 3.0 устройство, след свързване на USB 3.0 конектора и при USB 3.0 конектор с подобрения

На фигура 3.5 са представени резултатите от измерване на шума след прилагане на гореописаните стъпки за намаляване на излъчения шум. Вижда се, че нивото на шума се понижава с около 10 dB.

3.3. Правилно позициониране на безжичната антена

Моделите, показани на фигура 3.6, имат за цел да оценят ролята на разположението на антената на безжичното устройство спрямо USB 3.0 флаш устройство. За вариант 2 безжичния донгъл е отместен чрез USB 2.0 кабел на по-голяма дистанция от USB 3.0 флаш устройството, а за вариант 3 двете устройства са разположени вертикално едно над друго.



Фигура 3.6. Модели за оценка влиянието на местоположението на приемната антена на безжичното периферно устройство

Резултатите от двата варианта са представени в таблица 3.1. Вижда се, че местоположението на антената на безжичното устройство оказва голямо влияние върху нормалната работа на мишката. Отдалечаването на антената намалява влиянието на шума, генериран от USB 3.0 устройството.

Таблица 3.1.

Резултати от проверка на работата на безжична мишка, намираща се в близост до USB 3.0 устройство

Състояние на USB 3.0 външен хард диск	Безжична мишка, намираща се на разстояние		
	0,5 метра	1 метър	1,5 метра
Вариант 2: USB 2.0 донгълът е отдалечен от USB 2.0 флаш устройството чрез кабел	Няма забавяне	Няма забавяне	Няма забавяне
Вариант 3: USB 2.0 и USB 3.0 устройствата за разположени едно над друго	Забавяне на мишката	Забавяне на мишката	Забавяне на мишката

References:

1. Intel Corporation - USB 3.0 Radio Frequency Interference Impact on 2.4 GHz Wireless Devices, Document: 327216-001, <http://www.intel.com/design/literature.htm>, April 2012
 2. IEEE Computer Society, IEEE 802.11-2016 - IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks—Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.11-2016.html>, 2016
 3. USB Implementers Forum, Universal Serial Bus 3.0 Specification, <http://www.usb.org>, June 2011
- Nikolov, L., ERROR RATE ANALYSIS IN RICEAN CHANNEL AND COMPLEX RADIO ENVIRONMENT. International Scientific Conference “Defense Technology Forum”. Collection of papers. Shumen. 2016. ISSN 2367-7902, p. 308