

$$d_{\text{опт}} = 1,67 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{U_0^2 \cdot T_{\text{и}}^2 \cdot C_{\text{д}}}{T_{\text{ф}}^2 \cdot H_{\text{м}}^2}}, \quad (28)$$

где  $T_{\text{ф}}$  и  $T_{\text{с}}$  – длительности фронта и спада измеряемых импульсов;  $d$  – диаметр ИП;  $U_0$  – напряжение, которое снимается с ИП;  $C_{\text{д}}$  – паразитная емкость ИП, состоящая из емкостей ИП и кабельной линии передачи информации.

**Выводы.** Рассмотрены методы измерения ИМП. Показаны их достоинства и недостатки.

**Список литературы:** 1. Кнопфель Г. Сверхсильные импульсные магнитные поля / Кнопфель Г. – М. : Мир, 1972. – 392 с. 2. Панин В.В. Измерение импульсных магнитных и электрических полей / Панин В.В., Степанов Б.М. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 120 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Knopfel' G. Sverhsil'nye impul'snye magnitnye polja. L Knopfel' G. Moscow: Mir, 1972. 392 s. Print. 2. Panin V.V. Izmerenie impul'snyh magnitnyh i jelektricheskikh polej. Panin V.V., Stepanov B.M. Moscow: Jenergoatomizdat, 1987. 120 s. Print.

*Поступила (received) 02.09.2014*

УДК 621.391:681.3:396(075)

**В.Б. ШВАЙЧЕНКО**, канд. техн. наук, доцент, НТУУ «КПИ»;  
**О. ШАРАДГА**, аспирант, НТУУ «КПИ»;  
**Д. В. ТИТКОВ**, ассистент, НТУУ «КПИ»

## КОНЦЕПЦИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИХ ФИЛЬТРОВ

Предлагаются методы повышения эффективности помехоподавляющих фильтров, изменяющих избирательность на основе мониторинга помеховой обстановки в кондуктивных цепях. Проведена оценка экономической эффективности и технической реализации на современной элементной базе. Сделаны выводы о возможности удаленного управления фильтрами на основе облачных распределенных вычислений и прогнозирования изменения электромагнитной обстановки.

**Ключевые слова:** интеллектуальные помехоподавляющие фильтры, концепция, мониторинг, облачные вычисления, обработка

**Введение.** Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) в конкретной электромагнитной обстановке (ЭМО) по кондуктивным цепям тре-

© В.Б. Швайченко, О. Шарадга, Д. В. Титков, 2014

бует применения конструктивных, схемотехнических и организационных средств [1,2]. Наиболее распространенными техническими средствами, которые позволяют уменьшить уровень кондуктивных ИРП являются помехоподавляющие фильтры (ППФ), номенклатура которых охватывает более тысячи типоминалов, выпускаемых почти сотней компаний во всем мире [3].

**Актуальность.** Паразитные параметры элементов ППФ накладывают ограничения на вносимое затухание вблизи собственных резонансных частот. Известны интеллектуальные сетевые ППФ, управление которыми осуществляются с использованием микропроцессоров (МП), в которых предусмотрена перестройка основных/паразитных параметров элементов, что позволяет перемещать собственные резонансные частоты в защищаемом диапазоне частот [4]. Однако существует проблема как дистанционной оценки ЭМО, так и удаленного управления МП. Поскольку количество электронных устройств, подключенных к сети электропитания и генерирующих помехи, все время возрастает, а паразитные параметры существенно влияют на эффективность эффективности ППФ, то управление параметрами, определяющими частоты резонанса и добротность звеньев фильтра, является актуальным.

**Постановка задачи.** Известна структура фильтра, позволяющая адаптировать его характеристики в соответствии с помеховой обстановкой [5]. Возможны несколько процедур, которые позволяют повысить эффективность фильтра. Некоторые из них требуют значительных вычислительных ресурсов и реализация такого устройства приведет к существенному подорожанию изделия [6].

**Особенности концепции.** Предложена концепция интеллектуального помехоподавляющего фильтра с удаленной обработкой данных как элемента информационной системы. Целесообразно дополнить известную структуру беспроводным модулем (передатчиком) для удаленного контроля работы ППФ. Структура такого интеллектуального фильтра представлена на рис. 1.

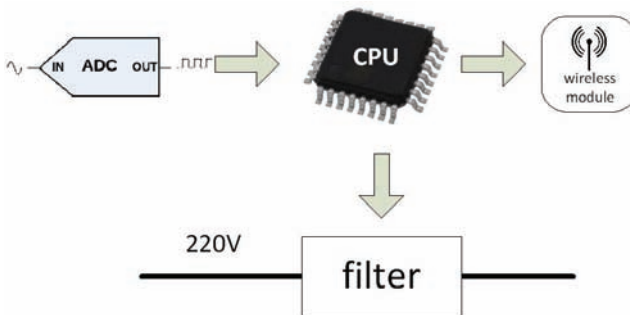


Рисунок 1 – Структурная схема интеллектуального фильтра

Для современных информационных систем характерна возможность гибкого масштабирования. Удаленное управление и мониторинг может обеспечить структура ППФ по рис.2.

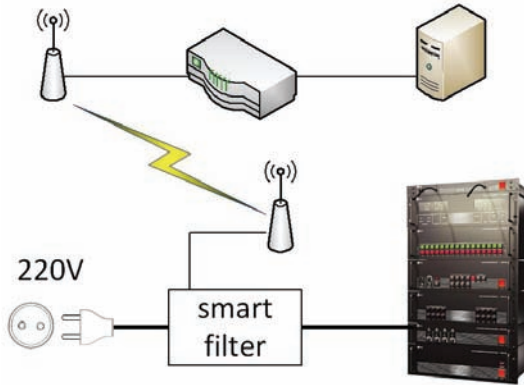


Рисунок 2 – Структурная схема интеллектуального помехоподавляющего фильтра с удаленной обработкой

**Оценка возможности и доступности реализации цифровой части интеллектуального фильтра.** Современные технологии распределенных облачных вычислений [7] позволяют, на основе технико-экономического анализа [8], обеспечить обработку в реальном времени процессов с верхними граничными частотами, соответствующими требованиям и нормам [9] на параметры ЭМС по кондуктивным путям.

Для прямой (без сжатия) передачи данных через беспроводные сети нужен поток, который можно рассчитать по формулам:

$$\text{Vbrate} = \text{разрядность АЦП} * \text{Частота Дискретизации} = 24 * 48000 = 1,152 * 10^6$$

Практически все современные микроконтроллеры способны обработать нужный поток данных. Ниже, для примера, приведены характеристики одного из самых распространенных микроконтроллеров.

Название: C8051F350

Ядро: MCS-51

Быстродействие: 50 MIPS

Тактовая частота: 50 МГц

Память: Flash 8КБайт

Стоимость: \$2.25

Перечень нескольких АЦП, предлагаемых на современном рынке таких устройств, представлены в табл. 1

Для обеспечения беспроводного удаленного доступа возможно применение соответствующих микросхем приемо-передатчиков, инкапсулированных в корпусе ППФ. Перечень и основные параметры бюджетных модулей

представлен в табл. 2.

Кроме того, в настоящее время на рынке предлагают решения, объединяющие в одной микросхеме как модуль предварительной обработки, так и высокоскоростной приемо-передатчик.

Таблица 1 – АЦП, доступные на современном рынке

Название	Разрядность	Частота выборок (SPS)	Стоимость за 1000 штук
AD7176-2	24	250 KSPS	\$10.25
AD7764	24	312 MSPS	\$10.10
AD7765	24	165 KSPS	\$8.56
AD7766	24	128 KSPS	\$6.02
AD7767	24	128 KSPS	\$8.60
AD7762	24	625 KSPS	\$15.10

Таблица 2 – Беспроводные модули, доступные на современном рынке

Название	Протокол	Пропускная способность	Расстояние	Стоимость за 1000 штук
NRF24LE1	свой	до 2 Mps	до 500 м	\$3
HC-05	Bluetooth	до 1.5 Mps	до 500 м	\$4
LinkSprite Cuhead WiFi module	WiFi	до 2 Mps	До 1.5км	\$45
wizfi210	WiFi	до 11 Mps	До 2 км	\$53

В зависимости от количества конечных устройств (фильтров), расположения в пространстве и вычислительных потребностей такую систему можно легко и быстро масштабировать к необходимой структуре. Система с несколькими ППФ и пространственным разнесением представлена на рис. 3.

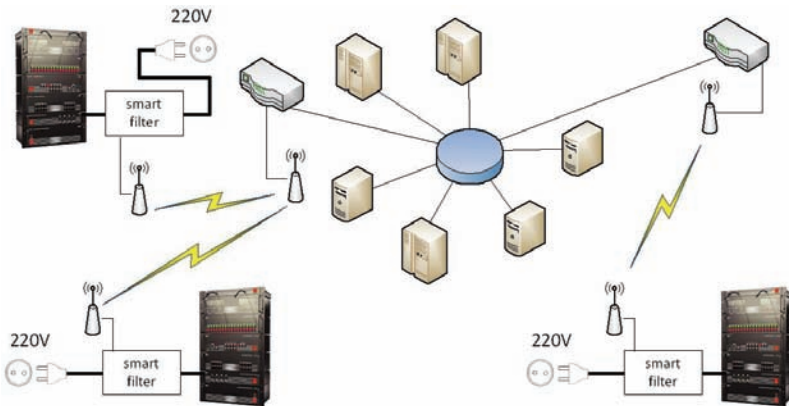


Рисунок 3 – Структурная схема комплексной системы интеллектуальных ППФ с удаленной распределенной обработкой

**Выводы.** Быстрая адаптация параметров фильтра к условиям электромагнитной обстановки позволит существенно, в десятки раз, уменьшить уровень помех на критических частотах, обеспечив тем самым электромагнитную совместимость.

Предложена концепция нового ППФ с беспроводным интерфейсом и распределенной обработкой данных реального времени, который может быть реализован на основе современной элементной базы.

**Список литературы:** 1. Векслер Г.С. Подавление электромагнитных помех в цепях электропитания / Векслер Г.С. и др. – К.: Техніка, 1990. – 167 с. 2. Кечиев Л.Н. ЭМС и информационная безопасность в системах телекоммуникации / Л.Н. Кечиев, П.В. Степанов. – М.: Изд. дом «Технологии», 2005. – 320 с. 3. Смирнов И. Г. Телекоммуникационные системы: электромагнитные помехи и электромагнитная совместимость / И. Г. Смирнов // Компьютерные сети: Сети и системы связи. – 1997. – № 4. – С. 23-27. 4. Пілінський В.В. Особливості мікропроцесорного керування параметрами дроселя протизавадогового фільтра для керування характеристиками загасання в смузі частот 3...5 декад / В.В.Пілінський, С.М. Веретюк, А.О. Довженко, В.Б. Швайченко // Електроніка і зв'язь. Тем.вип. «Електроніка і нанотехнології». – 2011. – № 4. – С. 182-187. 5. Пілінський В.В. Програмно-технічна система забезпечення захисту інформаційних ресурсів по колам електроживлення / В.В.Пілінський, В.Б. Швайченко, О.О. Довженко, В.М. Бакіко // Інформаційні технології в освіті. – 2010. – Вип. 7. – С. 170-174. 6. C. Gazda et al. A wideband common-mode suppression filter for bend discontinuities in differential signaling using tightly coupled microstrips // IEEE Trans. Adv. Pack. – Nov. 2010. – Vol. 33, no. 4. – PP. 969–978. 7. Лунтовський А.О. Розподілені сервіси телекомунікаційних мереж та повсюдний комп'ютинг і Cloud-технології / А.О. Лунтовський, М.М. Клімаш, А.І. Семенко. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2013. – 368 с. 8. Згуровський М. З. Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами / М. З.Згуровський, А. А. Павлов. – К.: Наукова думка, 2010. – 575 с. 9. CISPR 22 Edition 6.0 2008-09 IEC STANDARDS+ Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement – Режим доступа : [http://www.webstore.iec.ch/preview/info\\_cispr22{ed6.0.RL}b.pdf](http://www.webstore.iec.ch/preview/info_cispr22{ed6.0.RL}b.pdf). – Дата обращения: 29 сентября 2014.

**Bibliography (transliterated):** 1. Veksler, G.S. et al. Podavlenije elektromagnitnyh pomех v cepjah elektropitanija Kiev: Technika, 1990. Print. 2. Kechiev, L. N. , and Stepanov, P.V. *EMS i informacionnaja bezopasnost' v sistemah telekommunikacij* Moscow: Izdatelskij dom Tehnologiji, 2005 . Print. 3. Smirnov, I. G. "Telekommunikacionnye sistemy: elektromagnitnye pomehi i elektromagnitnaja sovmestimost'." Komp'juternye seti: Seti i sistemy svjazi. No. 4. 1997. 23-27. Print. 4. Pilinskij, V. V., Veretjuk, S.M., Dovgenko, A.O. and Shvaichenko, V.B. "Osoblivosti mikroprocesornogo keruvannja parametrami drosselja protyzavadovogo fil'tra dlja keruvannja karakteristikami zagassannja v smuzi chastot 3-5 dekad." Elektronika i svjaz'. No. 4. 2011. 182–185. Print. 5. Pilinskij, V. V., Bakiko, V.M., Dovzhenko, O.O. and Shvaichenko, V.B. "Programno-tehnicna sistema zabezpechennja zahystu informacijnyh resursiv po kolam elektrozhlivlennja." Informacijni tehnologiji v osviti. No. 7, 2010. 170–174. Print. 6. C. Gazda et al. «A wideband common-mode suppression filter for bend discontinuities in differential signaling using tightly coupled microstrips.» IEEE Trans. Adv. Pack., vol. 33, no. 4, pp. 969–978, Nov. 2010. Print. 7. Luntovskij, A.O., Klimash, M.M. and Semenko, A.I. . Rozpodiljeni servisy telekommunikacijnyh merereg ta povsjudny kompjutjng i Cloud-tehnologiji. L'viv: NU «L'vivska politehnika», 2013. Print. 8. Zgurovskij, M.Z. and Pavlov, A.A. Prinjatje reshenij v setevyh sistemah s ogranichenymi resursami. Kiev: Nauk.dumka, 2010. Print. 9. CISPR 22 Edition 6.0 2008-09 IEC STANDARDS+ Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement >.. Web. 29 September 2014 < [http://www.webstore.iec.ch/preview/info\\_cispr22{ed6.0.RL}b.pdf](http://www.webstore.iec.ch/preview/info_cispr22{ed6.0.RL}b.pdf) >.

*Поступила (received) 10.10.2014*

УДК 621.391:681.3:396(075)

**Концепція удосконалення інтелектуальних мережевих заводських фільтрів / В. Б. Швайченко, О. Шарадга, Д.В. Титков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 50 (1092). – С. 168-172. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2079-0740.**

Пропонуються методи підвищення ефективності проти заводських фільтрів, які змінюють вибірковість за результатами моніторингу заводської обстановки в кондуктивних колах. Проведено оцінювання економічної доцільності і технічної реалізації на сучасній елементній базі. Зроблені висновки щодо можливості віддаленого керування фільтрами на основі хмарних розподілених обчислень та прогнозування електромагнітної обстановки. Запропонована концепція нового ППФ безпроводним інтерфейсом і розподіленою обробкою даних реального часу.

**Ключові слова:** інтелектуальні протизаводські фільтри, концепція, моніторинг, обробка, хмарні обчислення.

УДК 621.391:681.3:396(075)

**Концепция совершенствования интеллектуальных сетевых помехоподавляющих фильтров / В. Б. Швайченко, О. Шарадга, Д.В. Титков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 50 (1092). – С. 168-172. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2079-0740.**

Предлагаются методы повышения эффективности помехоподавляющих фильтров, изменяющих избирательность на основе мониторинга помеховой обстановки в кондуктивных цепях. Проведена оценка экономической эффективности и технической реализации на современной элементной базе. Сделаны выводы о возможности удаленного управления фильтрами на основе облачных распределенных вычислений и прогнозирования изменения электромагнитной обстановки.

**Ключевые слова:** интеллектуальные помехоподавляющие фильтры, концепция, мониторинг, облачные вычисления, обработка.

**The concept of improving the intelligent network EMI Filters / V. B. Shvaichenko, O.Sharadjah, D.V.Titkov // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Technique and electrophysics of high voltage. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2014. – № 50 (1092). – С. 168-172. – Bibliogr.: 9. – ISSN 2079-0740.**

Offers methods to improve the efficiency of EMI filters, changing the selectivity based on the monitoring of the interference environment in the conductive circuits. The evaluation of cost-effectiveness and technical implementation using modern components. Conclusions about the possibility of remote control filters based on cloud computing and distributed forecasting changes the electromagnetic environment.

**Keywords:** intelligent network filters, concept, monitoring, cloud computing.