

9. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox User's Guide. The MathWorks, Inc., 2008. – 333 p. //http://www.nauka-shop.com/mod/shop/product ID/30497/
10. Харитонов Л.Ю. Закономерности процесса культивирования аэробных микроорганизмов в одно- и двухсекционном биореакторе
11. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: Бином, 2009. – 798 с.

NEURO-FUZZY CONTROL SYSTEM FOR TEMPERATURE CONTROL FERMENTATION

Lubentsova E.V., Volodin A.A., Lubentsov V.F.

The algorithm of management on the basis of indistinct logic is worked out developed and the system of automatic stabilization of temperature of process of a fermentation in the bio-reactor of continuous action is investigated. Results of modeling of the fuzzy controller and assessment of its efficiency in comparison with the traditional proportional and integrated and differential regulator (PID-regulator) are given. For development of the regulator of stabilization of temperature of exothermic process of a fermentation the hybrid technology of adaptive neuro and indistinct system of the conclusions – ANFIS is used. The developed indistinct regulator provides requirements to stabilization of temperature of fermentative system at restriction on operating influence. Results of researches showed that introduction of the offered system will allow to increase the accuracy of maintenance of the set temperature concerning the PID-regulator for 2,1% and to cut a peak expense of a coolant on 43%. The robustness to indignations on temperature of cooling water and compensation of a thermal emission of process at restriction on a consumption of cooling water is thus provided and at admissible temperature mismatches in system at a peak thermal emission.

Keywords: neuro-fuzzy system, temperature stabilization, fermentative system, bioreactor.

Лубенцова Елена Валерьевна, к.т.н., доцент Кафедры информационных систем, электропривода и автоматики (ИСЭА) Северо-Кавказского федерального университета (СКФУ) – филиал Невинномысский технологический институт (НТИ). Тел. (8-865) 546-94-44. E-mail: lubenchov@nti.ncstu.ru

Володин Александр Андреевич, аспирант Кафедры ИСЭА СКФУ (филиал НТИ) Тел. (8-865) 546-94-44. E-mail: lubenchov@nti.ncstu.ru

Лубенцов Валерий Федорович, д.т.н., профессор Кафедры ИСЭА СКФУ (филиал НТИ) Тел. (8-865) 546-94-44; 547-17-32. E-mail: lubenchov@nti.ncstu.ru

ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 621.376.9

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ЧАСТОТНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ NI PXIE-1065

Жильков Е.Г., Белов С.П., Пашинцев В.П., Старовойт И.А., Ушаков Д.И.

В статье рассматривается аппаратная реализация метода формирования канальных сигналов с изменяющимися частотными свойствами. Данный метод реализован на платформе PXIe-1065 компании National Instruments. Реализация этого метода позволяет генерировать радиосигналы, в которых отсутствует энергия в заданных частотных интервалах, что позволяет увеличить помехоустойчивость передачи данных в условиях воздействия сосредоточенных по спектру помех.

Ключевые слова: частотные представления, субполосная матрица, частотный ресурс, корреляционная функция, широкополосный сигнал, узкополосные помехи.

Постановка задачи

Современные системы связи значительно упростили, ускорили и увеличили дальность информационного обмена между людьми. Особую роль в этом сыграли сети и системы беспроводного радиодоступа, основной особенностью которых является обеспечение информационного обмена между абонентами при помощи различного вида электромагнитных сигналов. Абонентские устройства, используемые для передачи информации в данных системах радиосвязи, могут свободно перемещаться в зоне радиопокрытия радиопередающей станции, что существенно повышает мобильность абонентов [1].

Известно, что в процессе информационного обмена в системах радиосвязи передаваемые данные претерпевают искажения, которые связаны с воздействием помех различного рода. В условиях современных промышленных городов основным видом помех, влияющих на помехоустойчивость информационного обмена, являются сосредоточенные по спектру помехи. Помехи данного вида представляют собой совокупность гармонических колебаний (одна или несколько гармоник), локализованных в достаточно малом диапазоне частот по сравнению с информационным сигналом [2].

Сосредоточенные по спектру помехи имеют техногенный характер, то есть возникают из-за непосредственной деятельности человека или в результате работы электромагнитных устройств, в частности генераторов, радиостанций, медицинского оборудования и многого другого. Развитие инфраструктуры густонаселенных городов и отдельных территорий привело к увеличению числа источников помех данного вида, что, в свою очередь, повлекло за собой ухудшение качества обмена информацией в системах радиосвязи [2].

Одним из способов повышения помехоустойчивости передачи данных к воздействию сосредоточенных по спектру помех является применение канальных сигналов с адаптивными спектральными свойствами – другими словами, необходимо использовать такие канальные сигналы, энергия которых локализована вне полосы частот сосредоточенной по спектру помехи. Сигналы данного вида описаны в [3-4].

В настоящей статье представлена программно-аппаратная реализация метода формирования сигналов с изменяющимися частотными свойствами на платформе PXI. Формирование канальных сигналов, применяемых для передачи данных по радиотракту, осуществляется согласно следующей функциональной схеме, представленной на рис. 1.

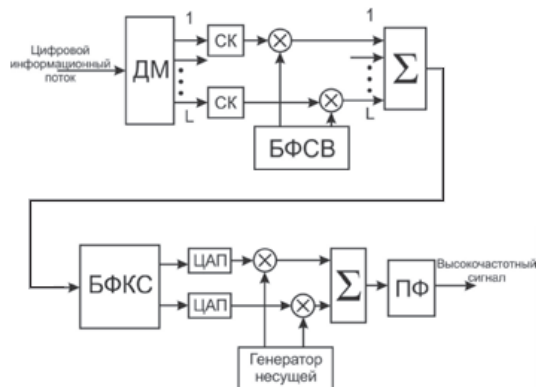


Рис. 1. Функциональная схема устройства формирования сигналов с изменяющимися частотными свойствами

Решение задачи

В рассмотренной выше функциональной схеме использовались следующие условные обозначения ДМ – демультиплексор, СК – сигнальный кодер, БФСВ – блок формирования собственных векторов, БФКС – блок формирования квадратурных составляющих, ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь, ПФ – полосовой фильтр. Согласно функциональной схеме формирование высокочастотного (ВЧ) сигнала с требуемым частотным распределением происходило следующим образом. Цифровой информационный поток демультиплексировался на L битовых потоков, каждый из которых кодировался символьным кодером согласно выбранному алфавиту. Далее каждый из полученных L символов перемножался с соответствующим собственным вектором субполосной матрицы [3-4]. Полученные последовательности поотсчетно складывались. Суммарный дискретный сигнал преобразовывался в комплексную форму [4], реальная и мнимая компоненты которого подвергались цифро-аналоговому преобразованию для формирования квадратурной и синфазной огибающих суммарного ВЧ-сигнала. После чего обе квадратурные составляющие перемножались с высокочастотными колебаниями, отличающимися по фазе на $\pi/2$, а суммарный высокочастотный сигнал фильтровался согласно требуемой полосе.

В качестве платформы, на которой производилось формирование сигнала, был выбран векторный генератор компании National Instruments PXIe-5451. NI PXIe-5451 это двухканальный 16-битный генератор сигналов произвольной формы. Генератор имеет как несимметричные, так и дифференциальные выходы для двух аналоговых трактов, что обеспечивает максимальную гибкость и производительность устройства. Отличительной особенностью NI PXIe-5451 является то, что динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR), на 1 МГц для каждого из выходов составляет до 98 дБ, а плотность фазового шума на частоте 10 МГц (смещение 1 кГц) не превышает -137 дБ/Гц. Также следует отметить, что межканальное рассогласование для данного генератора сигналов не превышает 25 пс. В связи с этим NI PXIe-5451 является высокоточным инструментом для тестирования устройств с квадратурными входами, может использоваться в качестве генератора широкополосных сигналов или служить основной для генератора ВЧ-сигналов.

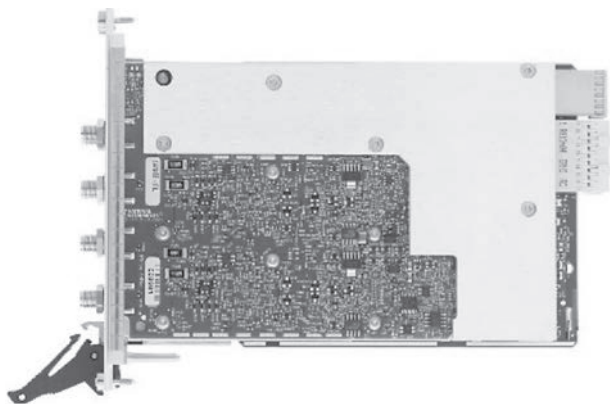


Рис. 2. Внешний вид векторного генератора NI PXIe-5451

Внешний вид векторного генератора представлен на рис. 2. Данный генератор поддерживает такие функции цифровой обработки сигналов, как цифровая апконверсия, формирование импульсов и интерполяция фильтров, контроль усиления и компенсации искажений сигнала, а также имеет цифровой программный генератор со сдвигом по частоте. Область применения данного устройства включает в себя создание прототипов устройств связи, проверка и тестирование полупроводниковых компонентов систем связи, радиолокации и систем радиоэлектронной борьбы [5]. Для управления работой векторного генератора на основе рассмотренной выше функциональной схемы в среде LabView была разработана программа, панель управления, которой приведена на рис. 3.

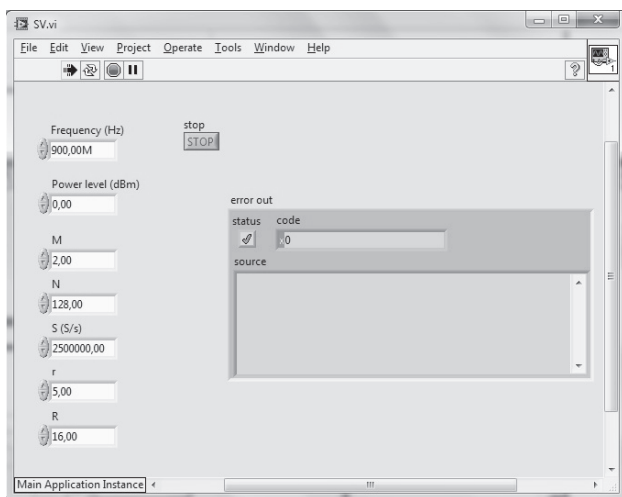


Рис. 3. Интерфейс программы, обеспечивающий настройку работы генератора на платформе NI PXIe-5451

Основные параметры, задающие свойства формируемого высокочастотного сигнала, могут быть изменены непосредственно на панели программы

в соответствующих полях. В качестве изменяемых параметров, необходимых для формирования сигнала, были выбраны следующие показатели: частота несущей F ; мощность электромагнитного излучения на выходе генератора $Power\ level$; размерность алфавита, используемого при кодировании бит информации M ; число отсчетов на один передаваемый символ N ; частота дискретизации сигналов S ; номер частотного интервала с минимумом энергии ($r \in [0, R - 1]$); число частотных интервалов R . Общую скорость передачи информации, исходя из рассмотренных выше параметров, можно определить следующим образом:

$$V = \frac{L \cdot \ln M \cdot S}{N}. \quad (1)$$

При этом ширина полосы, занимаемой высокочастотным сигналом, определяется исходя из следующего выражения:

$$\Delta F = S/2. \quad (2)$$

Частотный диапазон интервала с минимальной концентрацией энергии определяется параметрами r и R как

$$\Omega \subset \left(F + \Delta F \frac{r}{R}, F + \Delta F \frac{(r+1)}{R} \right). \quad (3)$$

Рассмотренные параметры для формирования сигналов выбирались таким образом, чтобы ширина спектра сигнала и скорость передачи информации в одном из L подканалов соответствовали стандарту CDMA, а именно ширина спектра сигнала не превышала 1,25 МГц, а скорость передачи в одном подканале была не ниже 19,2 кбит/с. Энергетические спектры сформированных сигналов, полученные векторным анализатором NI PXIe-5622, представлены на рис. 4-5.

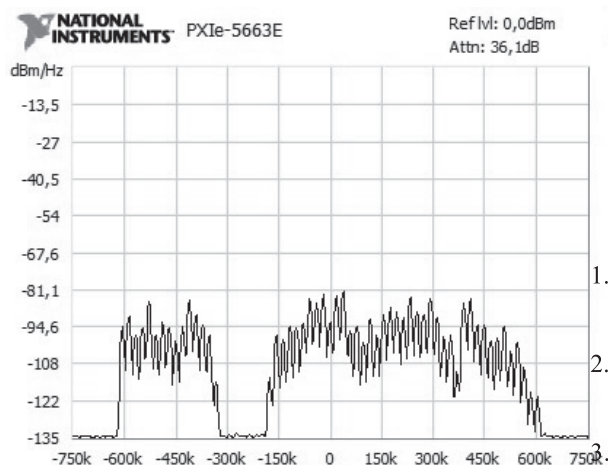


Рис. 4. Энергетический спектр ВЧ-сигнала с отсутствием энергетических компонент в пятом частотном интервале

Выводы

Таким образом, изменяя параметры, используемые в программе для управления векторным генератором NI PXIe-5451, можно добиться показателей ширины спектра сигнала и скорости передачи данных, близких к другим современным стандартам связи. Изменяя параметры r и R , можно адаптивно подстраивать энергетический спектр сигнала под совокупность узкополосных помех, присутствующих в канале связи.

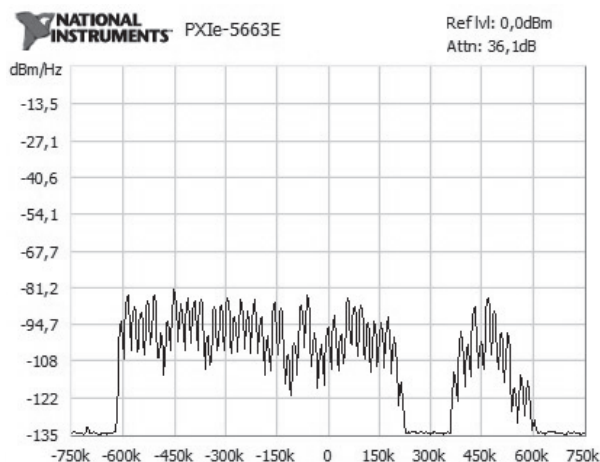


Рис. 5. Энергетический спектр ВЧ-сигнала с отсутствием энергетических компонент в двенадцатом частотном интервале

Исследования выполнены при поддержке РФФИ проект № 12-07-00514-а на тему «Ми-

нимизация затрат ресурсов информационно-телекоммуникационных систем (ИТС) при хранении и передаче речевых данных на основе применения оптимальных методов и алгоритмов их обработки» и Государственного задания НИУ «БелГУ» на 2014 год (код проекта № 358).

Литература

1. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. М.: ЭкоТрендз, 2005. – 381 с.
2. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации. Под ред. А.Г. Зюко. М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.
3. Белов С.П., Жиляков Е.Г., Старовойт И.А., Ушаков Д.И. Повышение помехоустойчивости систем связи на основе применения канальных сигналов с изменяющимися частотными характеристиками // ИКТ. Т.9, 2011, №3. – С. 4-7.
4. Старовойт И.А. Разработка метода обеспечения помехоустойчивости информационных коммуникаций при воздействии сосредоточенных по спектру помех. Дис. к.т.н. Белгород, 2002. – 137 с.
5. Описание характеристик модуля NI PXIe-5451 <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/20864>

IMPLEMENTATION OF METHOD OF FORMING SIGNALS WITH VARIABILITY FREQUENCY PROPERTIES ON PLATFORM NI PXIE-1065

Zhilyakov E.G., Belov S.P., Pashintsev V.P., Starovoit I.A., Ushakov D.I.

The article discusses a hardware implementation of the method of forming the channel signals with variability frequency properties. This method is implemented on the platform of PXIe-1065 National Instruments. The implementation of this method makes it possible to generate signals that lack energy at predetermined frequency intervals, thus increasing data transmission immunity in conditions of concentrated interference spectrum.

Keywords: frequency representations, subband matrix, frequency resource, the correlation function, the broadband signal, narrowband interference.

Жиляков Евгений Георгиевич, д.т.н., профессор, заведующий Кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий (ИСТ) Белгородского государственного университета (БелГУ). Тел. (8-472) 230-13-92. E-mail: zhilyakov@bsu.edu.ru

Белов Сергей Павлович, д.т.н., профессор, декан Факультета информационных технологий и прикладной математики БелГУ. Тел. (8-472) 230-13-50. E-mail: belov@bsu.edu.ru

Пашинцев Владимир Петрович, д.т.н., профессор Кафедры информационной безопасности автоматизированных систем Института информационных технологий и телекоммуникаций Северо-Кавказского федерального университета (г. Ставрополь). Тел. (8-865) 295-69-97. E-mail: pashintsevp@mail.ru

Старовойт Иван Александрович, к.т.н., старший преподаватель Кафедры ИСТ БелГУ. Тел. (8-472) 230-13-00. E-mail: ustarovoit@bsu.edu.ru

Ушаков Дмитрий Игоревич, к.т.н., старший преподаватель Кафедры ИСТ БелГУ. Тел. (8-472) 230-13-00. E-mail: ushakov_d@bsu.edu.ru

УДК621.396.721; 621.396.67

СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИОПОКРЫТИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ WLAN

Белицкий А.М.

Рассмотрены основные способы обеспечения радиопокрытия (РП) при развертывании сетей WLAN на объектах со сложным составом и рельефом. Обсуждены подходы к выбору оптимальных комбинированных вариантов обеспечения РП.

Ключевые слова: радиодоступ, корпоративная сеть, радиопокрытие, зоны затенения, комбинированные методы.

Введение

Локальные беспроводные сети широкополосного доступа (Wireless Local Area Network – WLAN) находят все более широкое применение в практике построения корпоративных систем связи и управления [1]. Сеть WLAN как составная часть упомянутых систем выполняет функции сети доступа в Internet общего назначения, либо промышленной сети обмена телеметрической информацией, либо ведомственной сети обмена служебной информацией, а чаще всего – совмещает все перечисленные функции [2].

«Локальным» (Local Area) уровень подобной корпоративной сети является лишь относительно, так как область локализации оборудования сети определяется особенностями объекта. Для сложных объектов эта область достаточно обширна и включает:

- места постоянного и временного размещения персонала, производственного, лабораторного (испытательного) и офисного оборудования, средств охраны и сигнализации, места складирования материалов, сырья и готовой продукции и т.п., то есть значительное число зданий, сооружений и точечных объектов различных типов и конфигураций;

- корпоративную транспортную инфраструктуру и входящие в нее подвижные средства (строительная техника, внутризаводской авто- и электротранспорт и др.);

- окружающую (прилегающую) местность и передвигающиеся по ней в автотранспорте и пешим порядком пользователи корпоративной сети.

Таким образом, сложный объект развертывания корпоративной сети WLAN в общем случае содержит:

- открытые участки местности, для которых РП может осуществляться средствами типовой базовой станции (БС) в пределах ее радиуса действия (внутриобъектовые и прилегающие территории, внутриобъектовые и прилегающие автодороги, помещения в зданиях со слабым экранированием);

- участки с существенным экранированием (помещения в зданиях со значительной плотностью проводящих несущих и ограждающих конструкций, помещения с высокой плотностью крупногабаритного оборудования, полуподвальные помещения и др.);

- участки с сильным экранированием (подземные помещения, помещения со сплошными ограждающими металлоконструкциями, транспортные тоннели и др.).

Номенклатура абонентских (терминальных) устройств сети может включать:

- стационарные терминальные устройства (персональные компьютеры, универсальные и специализированные терминалы, технологические контроллеры, WEB-камеры, датчики и контроллеры охранной и пожарной сигнализации, средства оповещения и т.п.). Эти терминалы по классификации [3] относятся к неподвижным абонентским устройствам (fixed wireless);

- портативные абонентские устройства (планшеты, смартфоны и т.п.), которые могут передвигаться со скоростью до 5 км/ч, что соответствует «полумобильному» доступу [3] (portable, nomadic);