

ISSN 0013-5771



ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ПО ПРОВОДНОЙ И РАДИОСВЯЗИ,
ТЕЛЕВИДЕНИЮ, РАДИОВЕЩАНИЮ

№ 6/2013

«СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ-2013»:

- РАВНЫЙ ДОСТУП К ИКТ
- СПУТНИКОВЫЙ ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ДОСТУП
- СТРОИТЕЛЬСТВО LTE-СЕТЕЙ В РОССИИ
- ВИРТУАЛИЗАЦИЯ СЕТЕЙ
- ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**К 55-ЛЕТИЮ МНОГОКАНАЛЬНОЙ
ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В РОССИИ**

МОНИТОРИНГ ВОЛС

**УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВЫХ
ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
КОМПЛЕКСОВ
К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭМИ**





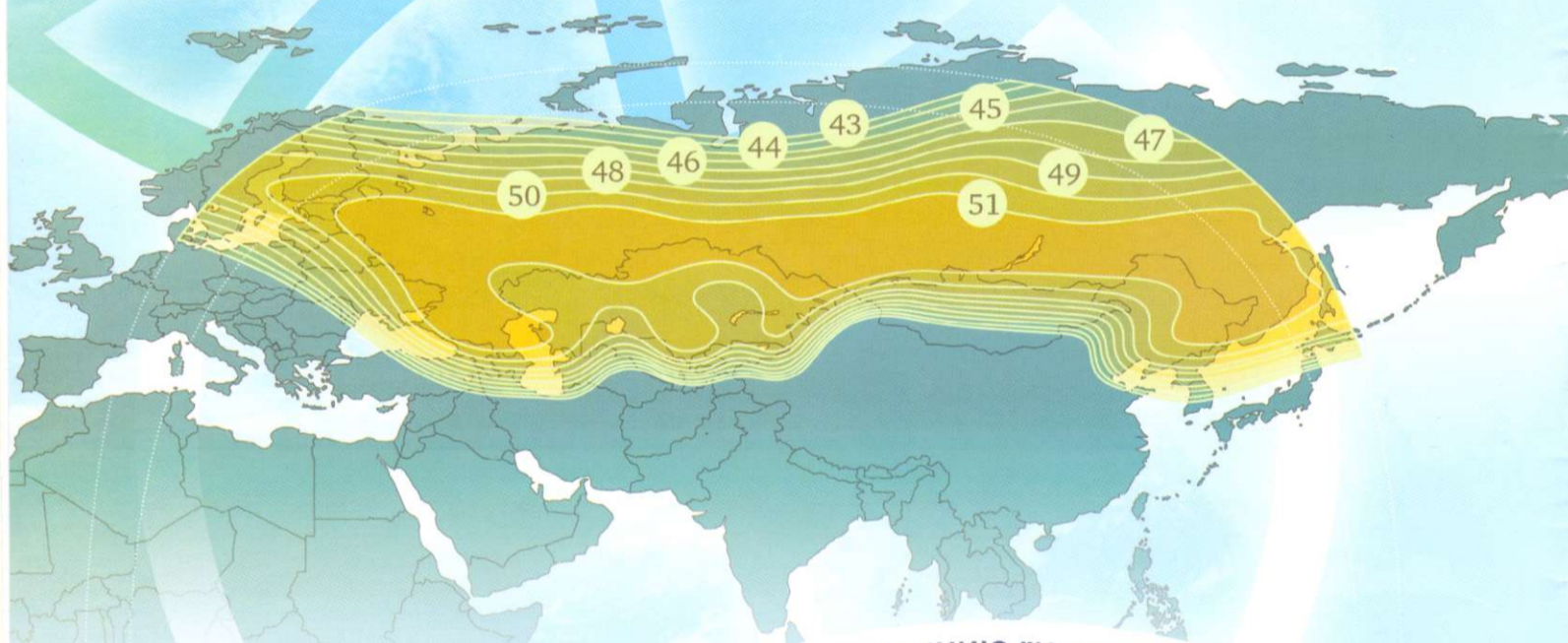
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

создана 15 ноября 1971 года -
один из первых в мире операторов спутниковой связи

Ключевым направлением деятельности «ИНТЕРСПУТНИКА» является предоставление в аренду операторам связи, вещательным компаниям и корпоративным клиентам спутниковой емкости в рамках соответствующих соглашений с операторами-партнерами (ГПКС, ABS, SES, Eutelsat, Intelsat, ГКС и др.), а также оказание комплексных услуг в области создания и эксплуатации сетей спутниковой связи через дочернее предприятие "Интерспутник Холдинг".



ДОСТУП К ЕМКОСТИ БОЛЕЕ 50 СПУТНИКОВ



ЗАПУСК СПУТНИКА ABS-2 В ОРБИТАЛЬНУЮ ПОЗИЦИЮ "ИНТЕРСПУТНИКА" 75° В.Д.

sales@intersputnik.com

121099, Москва, 2-ой Смоленский пер., 1/4
Телефон: +7 (499) 252-83-33
Факс: +7 (499) 241-07-84



УЧРЕДИТЕЛИ:
РЕГИОНАЛЬНОЕ СОДРУЖЕСТВО В ОБЛАСТИ СВЯЗИ,
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ СВЯЗИ,
РОССИЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ
ИМ. А.С. ПОПОВА,
ООО «ИНФО-ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ»

ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ

ОСНОВАН В 1933 ГОДУ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ПО ПРОВОДНОЙ И РАДИОСВЯЗИ,
ТЕЛЕВИДЕНИЮ, РАДИОВЕЩАНИЮ

№ 6/2013

В НОМЕРЕ:

CONTENTS

И.О. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

И.В. Ковалева

РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ:

Арт.С. Аджемов, д.т.н.
Е.Б. Алексеев, д.т.н.
В.А. Андреев, д.т.н.
С.В. Бачевский, д.т.н.
В.И. Борисов, чл.-корр. РАН
А.Л. Бузов, д.т.н.
В.В. Бутенко, д.т.н.
М.А. Быховский, д.т.н.
А.Б. Васильев, д.т.н.
В.В. Витязев, д.т.н.
П.П. Воробиненко, д.т.н.
Ю.А. Громаков, д.т.н.
С.М. Доценко, д.т.н.
В.А. Ефимушкин, к.ф.-м.н.
Ю.Б. Зубарев, чл.-корр. РАН
А.А. Иванов, д.т.н.
Л.Я. Кантор, д.т.н.
С.В. Кизима, д.т.н.
О.Э. Кильдишева, к.т.н.
К.И. Кукк, д.т.н.
А.Е. Кучерявый, д.т.н.
С.Л. Мищенко, д.т.н.
Н.Н. Мухитдинов, к.э.н.
А.П. Оситис, президент МАС
Т.Г. Рахимов, к.т.н.
Б.Я. Рябко, д.т.н.
В.В. Тимофеев, к.т.н.
Г.Ш. Хасьянова, к.э.н.

ВЕДУЩИЙ РЕДАКТОР

Н.В. Ефимова

НОМЕР ГОТОВИЛИ
ТАКЖЕ:

И.А. Богородицкая
Е.М. Беленькая
Т.И. Марунич

КОМПЬЮТЕРНЫЕ
ДИЗАЙН, НАБОР, ВЕРСТКА

И.В. Волченкова

Подписные индексы

по каталогам:
«Роспечать» — 71107
«Пресса России» — 41411
«Почта России» — 61854
ISSN 0013-5771
ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ. 2013, № 6. 1-48.
Сдано в набор 1.06.2013.
Подписано в печать 25.06.2013.
Печать офсетная. Формат 60×90%
Изд. № 89. Усл. кр.-отт. 14,12.
Уч.-изд. л. 19,6. Усл. печ. л. 7.
Тираж 3000 экз.

За содержание рекламных материалов
редакция ответственности не несет.

© ООО «Инфо-Электросвязь»

Богородицкая И.А. ■ «Связь-Экспокомм-2013»: телеком в режиме реального времени 2

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Кузьмичев В.Н., Маккавеев В.И., Светиков Ю.В. ■ Зарождение и развитие оптической многоканальной связи в СССР 9
Бурдин В.А., Семенов Е.С., Чадаев Д.И. ■ Информационно-телекоммуникационный комплекс систем мониторинга волоконно-оптических кабелей 15
Алексеев Е.Б., Бурдин В.А., Климов Д.А. ■ Построение системы удаленного мониторинга оптических кабелей на транспортных сетях операторов связи 20

СРЕДСТВА СВЯЗИ

Невзоров Ю.В., Грибанов А.С., Еремина В.Е. ■ Повышение пропускной способности систем связи с кодовым разделением каналов 24
Михайлов В.А., Мырова Л.О., Царегородцев А.В. ■ Разработка сценариев обнаружения воздействия деструктивных ЭМИ на бортовые цифровые вычислительные комплексы 26
Михайлов В.А., Мырова Л.О., Рязановский Т.Л., Солдатов И.Г., Фомина И.А., Сухов А.В. ■ Анализ функционирования бортовых вычислительных комплексов при воздействии сверхкоротких электромагнитных полей 31
Панкин А.В. ■ Проектирование специализированных бортовых устройств обработки данных на базе ПЛИС 34
Серов В.В. ■ Функция временной корреляции замирающих сигналов в тропосферных системах связи 36

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

Коржавин О.А., Вороной А.А. ■ Устойчивость электропитающей установки распределительной системы электропитания сложных радиотехнических и вычислительных устройств 40

АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Смаль А.А., Кильдишева О.Э. ■ Анализ погрешности антенно-согласующего устройства, использующего измерительно-вычислительный метод настройки 46

ИНФОРМАЦИЯ

Обсуждены перспективы мобильного бизнеса 14
Памяти В.В. Серова 39
«ИНТЕРСПУТНИК»: позитивная динамика и высокие темпы развития 48

BOGORODITSKAYA I.A. ■ «Sviaz-Expo-2013»: telecom in real-time mode 2

KUZMICHEV V.N., MAKKAVEEV V.I., SVETIKOV Yu.V. ■ Origin and evolution of optical multichannel communication in the USSR 9

BURDIN V.A., SEMENOV E.S., CHADAEV D.I. ■ Information and telecommunication complex of fiber-optical cables monitoring systems 15

ALEKSEEV E.B., BURDIN V.A., KLIMOV D.A. ■ The construction of remote optical cables' monitoring system on transport communication networks 20

NEVZOROV Yu.V., GRIBANOV A.S., EREMINA V.E. ■ Increasing the CDMA communication systems capacity 24

MIKHAILOV V.A., MYROVA L.O., TSAREGORODTSEV A.V. ■ The development of onboard digital computer system's electromagnetic impact detection scenarios 26

MIKHAILOV V.A., MYROVA L.O., RYAZANOVSKIY T.L., SOLDATOV I.G., FOMINA I.A., SUKHOV A.V. ■ Analysis of onboard computer systems' functioning under the impact of ultrashort electromagnetic fields 31

PANKIN A.V. ■ Designing special onboard data processing devices on FPGA 34

SEROV V.V. ■ Function of fading signals' time correlation in tropospheric communication systems 36

KORZHAVIN O.A., VORONOV A.A. ■ Stability of a distributed power supply system's EPU for complex radio engineering devices and computers 40

SMAL A.A., KILDISHEVA O.E. ■ Errors analysis of the antenna-matching device using measuring-calculating tuning method 46
INFORMATION 14, 39, 48

В соответствии с решением Президиума ВАК Минобрнауки России журнал «Электросвязь» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (<http://vak.ed.gov.ru/common/img/uploaded/files/vak/enumeration/2010/mits-23-03-2010.doc>).

Адрес редакции журнала: 107031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 20/6.
Тел.: 8(495)621-09-13, 624-15-92. Факс: 8(495)624-52-90.
E-mail: elsv@garnet.ru Internet: www.elsv.ru

ось абсцисс — относительное значение девиации частоты ($\Delta\omega = \mu t_{CDMA}$) принятого сигнала:

$$m = (\mu_c t_{CDMA} - \mu_o t_{CDMA}) / \mu_o t_{CDMA} = (\mu_c - \mu_o) / \mu_o.$$

Заключение. Системы связи с кодовым разделением каналов исключительно помехоустойчивы, однако не могут реализовать весь потенциал по обслуживанию большого числа абонентов из-за системных помех, создаваемых линиями связи, работающими на одной частоте. Эти помехи определяют верхний порог пропускной способности систем с кодовым разделением каналов.

Увеличение пропускной способности в системах связи с кодовым разделением каналов возможно путем частотной модуляции несущей частоты, когда ее характеристики модуляции различны для пространственно разнесенных линий связи, работающих на одной несущей частоте.

При несовпадении скоростей изменения частоты принятого и опорного сигналов в 2 и более раза, для достижения

порогового значения уровень несогласованного сигнала по отношению к согласованному должен быть превышен в 3 и более раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Невдяев Л. CDMA: технологии доступа // Сети/network world. — 2000. — № 6.
2. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. — М.: Эко-Трендз, 2001. — 302 с.
3. Гаранин М.В., Журавлев В.И., Кузнецин С.В. Системы и сети передачи информации: Учеб. пособие для вузов. — М.: Радио и связь, 2001. — 336 с.
4. Еремина Е.В. Метод многоканальной передачи информации / Сб. тез. докл. Всероссийской молодежной науч.-техн. конф. «Прикладные научно-технические проблемы современной теории управления системами и процессами». — Москва, ОАО «Концерн радиостроения «Вега». 24 октября 2012 г. — С. 15.

Получено 24.04.13

УДК 629.7.052

РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕСТРУКТИВНЫХ ЭМИ НА БОРТОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

В.А. Михайлов, генеральный директор ОАО «НИИ «Аргон», к.т.н.
Л.О. Мырова, начальник отдела ОАО «МНИРТИ», д.т.н.; lmyrova@rambler.ru
А.В. Царегородцев, профессор НИУ ВШЭ, д.т.н.

Ключевые слова: бортовой цифровой вычислительный комплекс, электромагнитное воздействие, интеллектуальная система, нейронная сеть, нечеткость, классификатор.

Введение. В последнее десятилетие при создании различных вычислительных средств возникла необходимость учета требований по обеспечению защищенности элементов и узлов инфокоммуникационных систем от высокоэффективных электромагнитных излучений (ВЭИ). Это объясняется новейшими достижениями в области генерации сверхмощных широкополосных электромагнитных полей (СШП ЭМП), повышением требований к защите ответственной информации, наличием значительных по протяженности распределенных кабельных сетей. Особенно это относится к современным бортовым цифровым вычислительным комплексам (БЦВК), занимающим особое место в системах управления и контроля и все в большей степени оснащаемыми электронными элементами, чувствительными к электромагнитным воздействиям.

В связи с этим особо стоит задача по защите БЦВК от воздействия сверхкороткоимпульсного электромагнитного излучения (СКИ ЭМИ). С каждым годом появляются все более мощные стационарные и мобильные излучатели, которые не только формируют периодические и однократные СКИ ЭМИ, но и обладают принципиально новыми качествами, отсутствующими у традиционных источников ЭМИ: соразмерностью длительностей воздействующих импульсов и информационных сигналов.

Одним из эффективных методов защиты от таких нестандартных воздействий является обнаружение воздействия на

БЦВК деструктивных ЭМИ с целью своевременного принятия решения по защите.

Методологический подход к созданию интеллектуальной системы анализа устойчивости БЦВК к деструктивному воздействию ЭМИ. Будем отталкиваться от предлагаемого представления интеллектуальной системы анализа устойчивости (ИСАУ) БЦВК (рис. 1) к деструктивному воздействию ЭМИ.

Обозначим G — множество рекомендаций, формируемых ИСАУ и направленных на повышение стойкости БЦВК (Network) к воздействию ЭМИ. Пусть $Network_G$ — исходная конфигурация БЦВК с реализованным в ней множеством рекомендаций G ; $SecurityLevel(Network_G) \rightarrow \max$ — функция, результатом которой является уровень стойкости БЦВК $Network$ к деструктивным воздействиям ЭМИ.

Тогда целевой функцией в методе анализа устойчивости БЦВК к воздействию ЭМИ будет повышение общего уровня стойкости комплекса $SecurityLevel(Network_G) \rightarrow \max$ (в частном случае целевая функция может быть задана в виде $SecurityLevel(Network_G) \rightarrow SL_{ТРЕБ}$, где $SL_{ТРЕБ}$ — требуемый уровень стойкости) при соблюдении следующих требований к остальным свойствам ИСАУ.

1. **Своевременность:** $P_{CB}(t \leq T_{ДОП}) \geq P_{CB}^{ДОП}$, где $P_{CB}^{ДОП} = 0,99$, допустимое время проведения анализа $T_{пр}^{ДОП} = T_{пр}^{ТР}$, где на этапе проектирования $T_{пр}^{ТР} = 45$ мин и эксплуатации $T_{ж}^{ТР} = 25$ мкс ($T_{ж}^{ТР} > T_{пр}^{ТР}$ поскольку на этапе эксплуатации автоматизируются все мероприятия данного этапа методологии).

2. **Обоснованность:** $N_C \geq \max_{s \in S} N_C^S$; $N_Y \geq \max_{s \in S} N_Y^S$ и $N_{II} \geq \max_{s \in S} N_{II}^S$, где N_C , N_Y , N_{II} — количество анализируемых сценариев воздействий ЭМИ на элементы и узлы БЦВК (количество обнаруженных уязвимостей и учитываемых па-

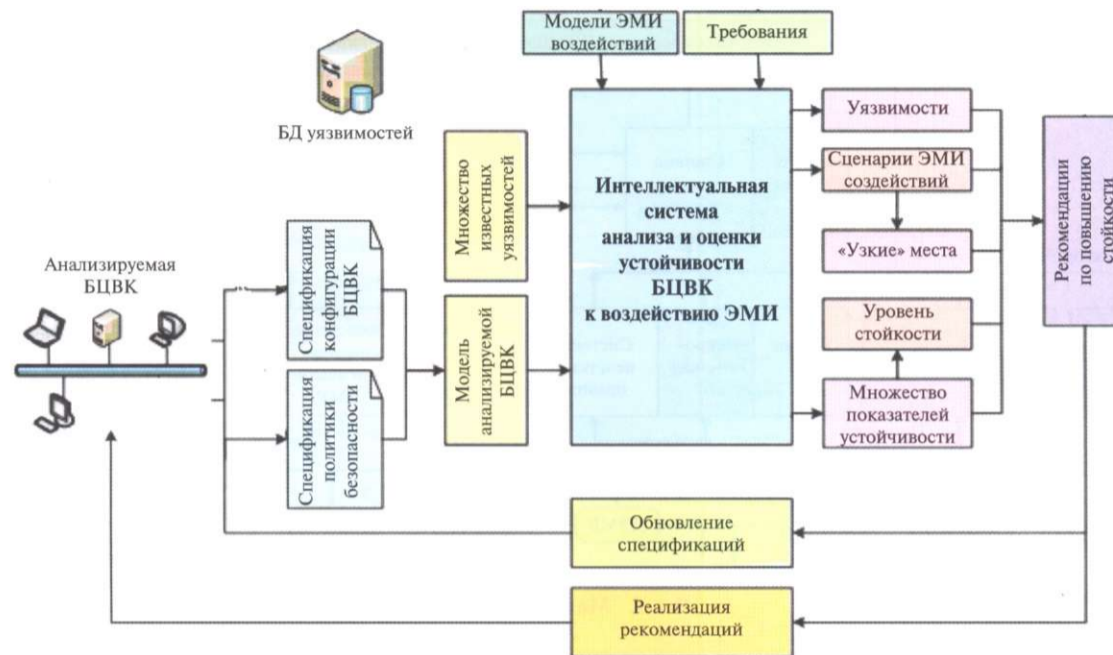


Рис. 1. Интеллектуальная система анализа устойчивости БЦВК к деструктивному воздействию ЭМИ

параметров разработанным прототипом ИСАУ); S — множество существующих систем; N_C^s, N_Y^s, N_D^s — количество анализируемых сценариев воздействий ЭМИ на элементы и узлы БЦВК (обнаруженных уязвимостей и учитываемых параметров разрабатываемой ИСАУ s , соответственно).

Множество параметров можно определить путем учета:

- а) конфигурации анализируемого БЦВК (различные операционные системы, топологии и др.);
- б) политики безопасности (правил фильтрации, экранирования, зонирования и др.);
- в) параметров ЭМИ (место воздействия, временных, частотных, энергетических характеристик и т.д.);
- г) общих параметров (обновление БД ЭМИ воздействий, сценариев ЭМИ воздействий, возможность задания множества анализируемых хостов);

3. *Ресурсопотребление:* $P_{PEC}(r \leq R^{доп}) \geq P_{PEC}^{доп}$, где $P_{PEC}^{доп} = 0,99, R^{доп} = 0,15$ (15% от общего ресурса, доступного для решения задач) для критических ресурсов БЦВК.

Исходные данные для анализа и оценки устойчивости, реализующей разрабатываемую методологию, представляются в виде:

$$(SDL, SPL, VDB, P_{ЭМИ}, P_{АУ}, R),$$

где SDL — спецификация анализируемой БЦВК; SPL — спецификация реализуемой в бортовой сети политики безопасности; VDB — внешняя база данных ЭМИ воздействий; $P_{ЭМИ}$ — множество параметров, характеризующих ЭМИ воздействия; $P_{АУ}$ — множество параметров, характеризующих процесс анализа устойчивости; R — требования к уровню стойкости БЦВК.

В процессе анализа и оценки устойчивости БЦВК необходимо определить комплекс мер, реализация которых позволит максимально повысить стойкость анализируемого комплекса в условиях заданных ресурсов обеспечения стойкости. Таким образом, ИСАУ должна позволять определять множество $\{V, AR, W, M, G\}$ при условии:

$$SecurityLevel (Network_G) \rightarrow \max;$$

или

$$SecurityLevel (Network_G) \rightarrow SL_{ТРЕБ},$$

где $Network_G$ — исходная конфигурация БЦВК $Network$ с реализованным в ней комплексом мер G ; V — множество обнаруженных уязвимостей; AR — сценарии ЭМИ воздействий; W — «узкие» места в электромагнитной безопасности анализируемого комплекса; M — множество показателей устойчивости; G — множество рекомендаций по повышению общего уровня стойкости БЦВК; $SecurityLevel (Network)$ — функция, результатом которой является уровень стойкости БЦВК $Network$.

Модель ИСАУ элементов и узлов БЦВК к деструктивному воздействию ЭМИ. Моделирование служит основным средством верификации, позволяющим предотвратить ошибки проектирования сложных кибернетических систем, к которым относится интеллектуальная система анализа и оценки устойчивости БЦВК к деструктивному воздействию ЭМИ. В ИСАУ имеет место взаимосвязь события: источник ЭМВ — угрозы ЭМВ — фактор (уязвимость) — угроза ЭМВ (действие) — последствия (деструктивное ЭМВ — ДЭМВ). При изменении множества известных ЭМВ и условий эксплуатации БЦВК может проявиться ряд новых уязвимостей, не отраженных в исходной модели, и соответственно потенциальная возможность нарушения функционирования отдельных подсистем БЦВК.



Рис. 2. Модель системы обнаружения ДЭМВ

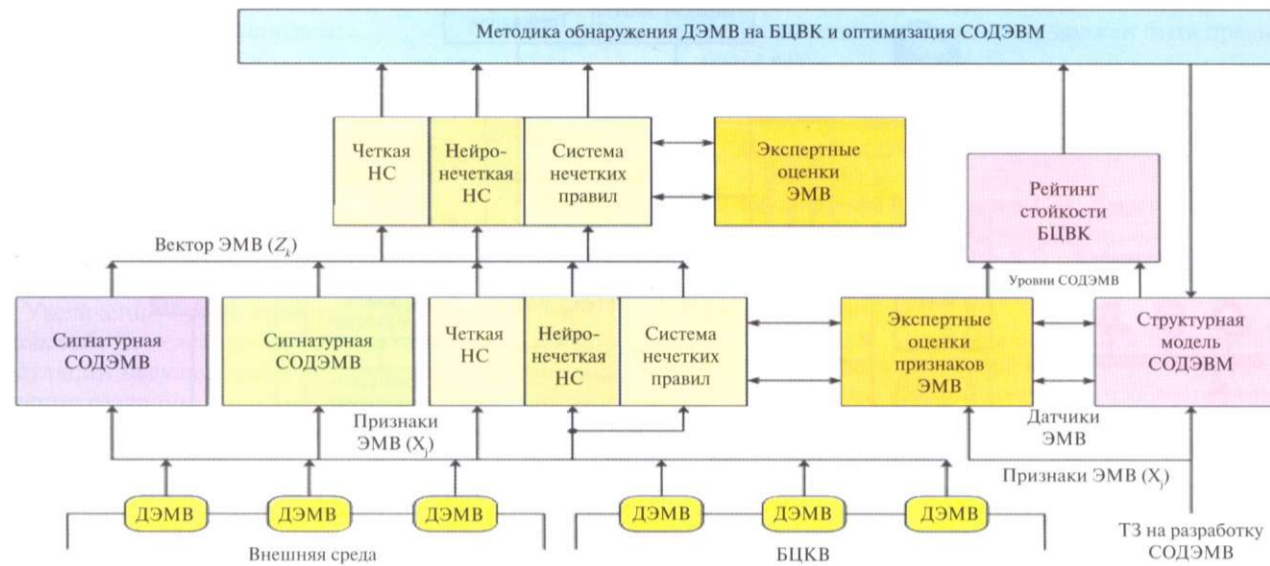


Рис. 3. Модель ИСАУ

Предложенная модель учитывает наличие в структуре БЦВК интегрированной интеллектуальной системы анализа и оценки устойчивости БЦВК к деструктивному воздействию ЭМИ, которая включает СОДЭМВ (систему обнаружения ДЭМВ), множество ДЭМВ, средства сигнатурного и статистического анализа, взаимосвязанных как с внешней средой, так и с аппаратно-программными компонентами самого БЦВК. Формируемый ДЭМВ вектор признаков ЭМВ (рис. 2) может обрабатываться блоками статистической СОДЭМВ или сигнатурной СОДЭМВ и обобщаться с помощью методики обнаружения ДЭМВ и оптимизации СОДЭМВ.

Для придания ИСАУ свойств автоматической и оперативной реакции на изменение вектора признаков ЭМВ в СОДЭМВ вводятся адаптивные уровни идентификации ЭМВ и обобщения опыта обнаружения ДЭМВ на БЦВК. Основным элементом модели ИСАУ является методика обнаружения ДЭМВ и оптимизации СОДЭМВ, которая координирует взаимосвязь адаптивных уровней (в виде нейро-нечетких сетей (НС) и систем нечетких продукционных правил), структурной модели СОДЭМВ, инструментальных средств расчета показателей стойкости и рейтинга стойкости БЦВК (рис. 3). Важное качество ИСАУ – возможность накопления опыта, фиксируемого в информационных полях нейронных и нейро-нечетких сетей системы обнаружения ДЭМВ.

Структура СОДЭМВ формируется в виде иерархии уровней датчиков ЭМВ, а опыт экспертов по ЭМС представляется матрицами экспертных оценок и системами нечетких продукционных правил для классификации ДЭМВ по их признакам. Системы нечетких продукционных правил представляются в виде НС, которые определяются на заданном подмножестве входных векторов признаков ЭМВ. Одновременно определяются и классификаторы в виде четких НС.

Разработка сценариев обнаружения воздействия на БЦВК деструктивных ЭМИ. Результаты экспериментальных исследований показали, что при воздействии ЭМИ очень важно зафиксировать начало воздействия ЭМИ и принять своевременные меры по предотвращению деструктивного для БЦВК воздействия. Необходимо отметить, что отличительной чертой воздействия ЭМИ на современное бортовое оборудование и его телекоммуникационную инфраструктуру является не физическое разрушение элементной базы БЦВК и каналов связи, а нарушение логической целостности ин-

формации, передаваемой по этим линиям связи и обрабатываемой БЦВК.

Рассмотрим сценарии работы СОДЭМВ по обнаружению воздействия на БЦВК деструктивных ЭМИ, действующих на основе методов анализа:

- параметров искажений информационного потока в условиях воздействия ЭМИ;
- информации датчиков обнаружения ЭМВ.

Параметры наводок на внешнем детектирующем элементе и анализ параметров искажений информационного потока являются основными исходными данными для функционирования СОДЭМВ и формирования сигнала о начале воздействия ЭМИ.

Сценарий работы СОДЭМВ на основе метода анализа параметров искажений информационного потока в условиях воздействия ЭМИ. Сценарий базируется на анализе информационного потока, обрабатываемого инфокоммуникационными узлами БЦВК, и выявлении закономерности появления искаженных пакетов информации. При обнаружении факта воздействия известных источников ЭМИ принимается решение на блокировку искаженной информации.

Основными признаками воздействия источников ЭМИ на информационный поток являются периодичность и кратность частоты появления искаженных пакетов частоте формирования импульсов известными источниками ЭМИ.

Из канала связи на вход БЦВК поступает последовательность сигналов, которая некоторым образом преобразуется и подается на вход СОДЭМВ, где происходит ее анализ. Если входные данные вследствие воздействия ЭМИ на канал передачи данных (ПД) искажены и не соответствуют требованиям по уровню или форме сигнала (задаются применяемыми в БЦВК протоколами), то данные на выходе БЦВК также не будут соответствовать требованиям телекоммуникационного протокола. Таким образом, появляется возможность определить наличие воздействия ЭМИ на канал ПД и управления путем проведения сравнительного анализа соответствия данных, поступающих на шину обмена данными БЦВК, требованиям используемого телекоммуникационного протокола.

Введем следующие переменные: i – единица информации (бит); v_i – скорость ПД, определяемая телекоммуникационным протоколом (бит/с); $T_{исп}$ – время, необходимое для выявления закономерности появления искаженной

информации (обычно несколько секунд при $v_i \geq 5$ Мбит/с); $\lambda_{i,исп} = v_i T_{исп}$ – количество информационных единиц, передаваемых и обрабатываемых элементами и узлами БЦВК за $T_{исп}$; α – размерность пакета информации, определяемая телекоммуникационным протоколом; $p = \alpha \times i \times 8$ – информационный пакет (например, для сети Ethernet 32 байта, т.е. $\alpha = 32$); $\lambda_{p,исп} = \frac{\lambda_{e,исп}}{\alpha}$ – количество информационных пакетов, передаваемых и обрабатываемых элементами и узлами БЦВК за $T_{исп}$; $\tau_p = \frac{T_{исп}}{\lambda_{p,исп}}$ – средняя длительность одного информационного пакета; $F_{ген}$ – частота формирования ЭМИ; τ_e – время длительности наведенной помехи на элементы БЦВК единичным ЭМИ; $\lambda_{e,исп} = F_{ген} T_{исп}$ – количество ЭМИ за $T_{исп}$; $\omega_{единич\ СКИ}$ =

$$\omega_{единич\ СКИ} = \begin{cases} \omega_{max} = \frac{\tau_e}{\tau_p} + 2; \\ \omega_{min} = \frac{\tau_e}{\tau_p} \end{cases} \quad \text{– количество}$$

искаженных информационных пакетов единичным ЭМИ; $\omega_{исп} = \omega_{единич\ СКИ} \lambda_{e,исп}$ – количество искаженных информационных пакетов за $T_{исп}$; $p_{ср} = \frac{\omega_{исп}}{\lambda_{p,исп}}$ – среднее значение вероятности появления искаженного пакета.

Согласно методу биномиального распределения, искажение информационного пакета (событие А) появляется с вероятностью p , при этом вероятность не появления события А равна $q = 1 - p$. При условии, что n – количество переданных информационных пакетов, m – частота появления события А в n переданных информационных пакетах, суммарная вероятность всех возможных комбинаций исходов равна 1, т.е.

$$1 = p^n + np^{n-1}(1-p) + C_n^{n-2} p^{n-2}(1-p)^2 + \dots + C_n^m p^m (1-p)^{n-m} + \dots + (1-p)^n,$$

где p_n – вероятность того, что в n испытаниях А появится n раз; $P_m = C_n^m p^m (1-p)^{n-m}$ – вероятность того, что в n испытаниях А произойдет m раз и не произойдет $(n-m)$ раз; $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$ – число сочетаний из n по m .

При возникновении случайных искажений можно воспользоваться распределением Пуассона. При росте n и зафиксированном значении произведения $np = \mu > 0$ биномиальное распределение сходится к распределению Пуассона. Таким образом, случайная величина, имеющая распределение Пуассона с параметром μ , принимает значения с вероятностью $P_m = \frac{\mu^m e^{-\mu}}{m!}$.

При условии нормального функционирования бортовой сети и отсутствия ДЭМВ телекоммуникационными протоколами допускается появление искаженного пакета 1 раз в день при скорости передачи данных 5 Мбит/с, что соответствует вероятности появления искаженного пакета порядка $1 \cdot 10^{-14}$. По результатам экспериментальных исследований функционирования БЦВК при отсутствии воздействия ЭМИ вероятность появления искаженного пакета составляла $1 \cdot 10^{-8}$. Однако в условиях воздействия СКИ ЭМИ источника с $F_{ген} = 100$ кГц среднее значение вероятности появления искаженного пакета $p_{ср}$ возросло до $0,6 - 0,7 \cdot 10^{-2}$ при $T_{исп} = 1$ с.

Сегодня в наборе функциональных возможностей телекоммуникационных адаптеров есть встроенные программно-реализованные механизмы определения искажений в пакетах информационного потока. Как правило, БЦВК имеет несколько сетевых адаптеров, а обработка информационных пакетов и анализ трафика, проходящего через адаптеры,

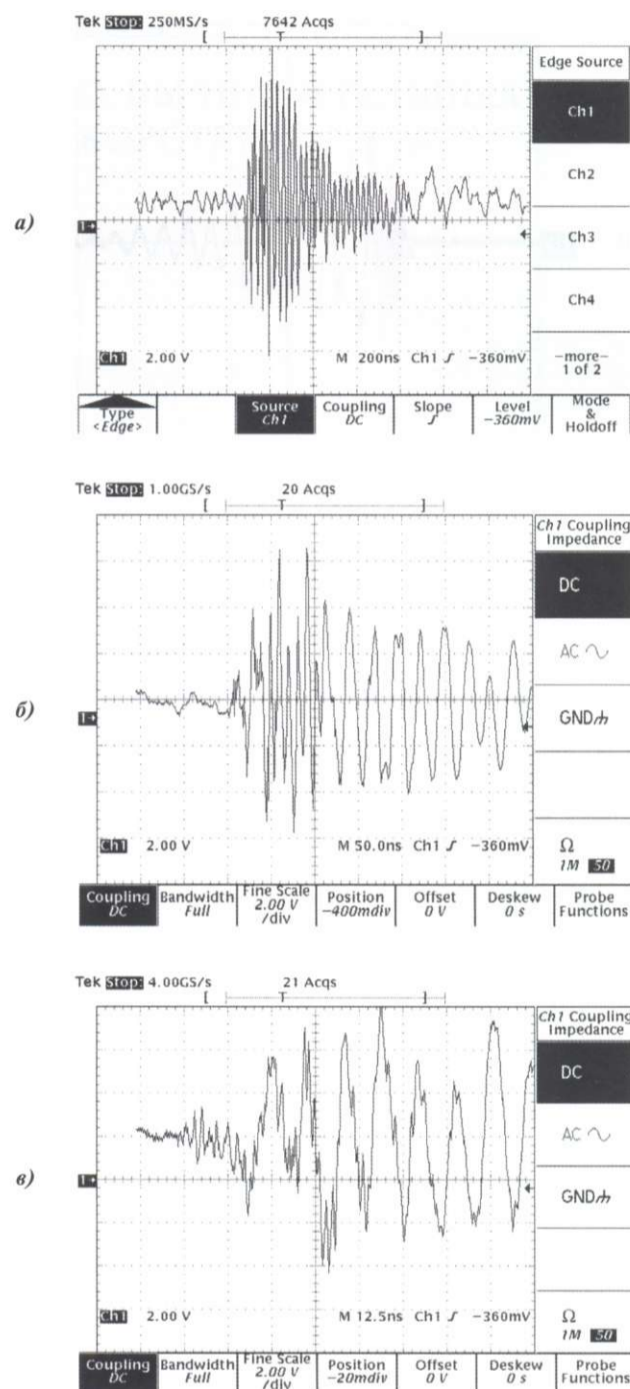


Рис. 4. Форма сигнала наводки на бортовом сетевом кабеле при воздействии СКИ ЭМИ: на развертке 200 нс/дел (а), 50 нс/дел (б) и 12,5 нс/дел (в)

осуществляется программным методом. Таким образом, становится возможна программная реализация алгоритма анализа частоты поступления искаженных информационных пакетов, определение частоты повторения фактов искажения информационных единиц (бит, байт), и, как следствие, обнаружение воздействия ЭМИ на БЦВК

Сценарий работы СОДЭМВ на основе метода анализа информации внешних средств обнаружения ЭМИ. Для обнаружения воздействия на БЦВК деструктивных ЭМИ предлагается использовать датчики ЭМВ. Совокупность применяемых датчиков должна представлять собой разветвленную сеть, элементы которой размещаются в каналах ПД и вычислительных узлах БЦВК. При фиксации датчиками факта воздействия ЭМИ от

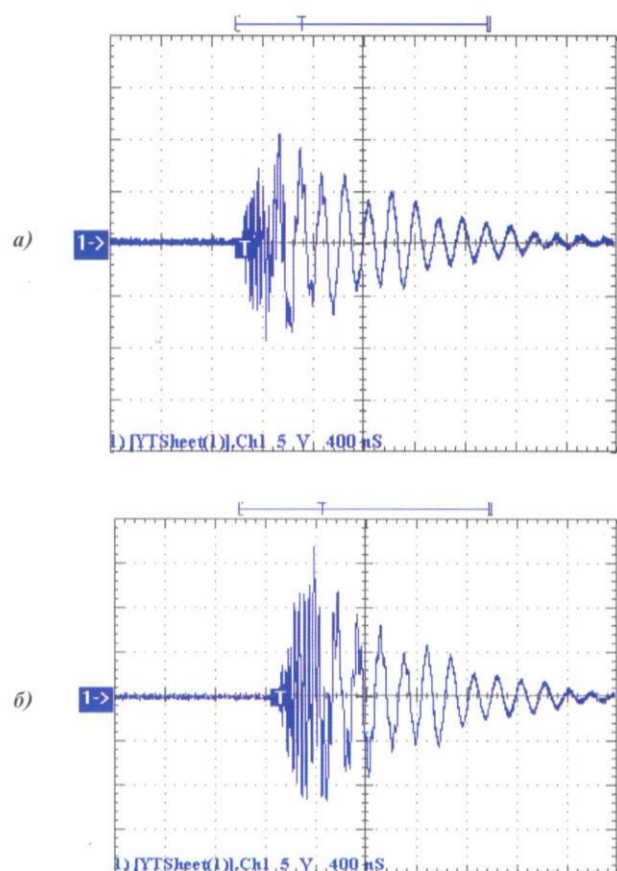


Рис. 5. Форма сигнала наводки на бортовом сетевом кабеле при воздействии СКИ ЭМИ (100% потеря информационных пакетов): $\tau_n = 790$ нс (а), $\tau_n = 170$ нс (б)

датчиков в СОДЭМВ передается сигнал о регистрации факта воздействия ЭМИ на элементы бортовой сети. При поступлении такого сигнала СОДЭМВ вырабатывает команды управления, поступающие по каналам ПД на системную шину БЦВМ, коммутаторов и других элементов БЦВК. При этом поступающие команды управления учитывают особенности функционирования всех устройств, входящих в состав БЦВК, а также особенности и характер сбоев в их работе.

Проведение широкого спектра экспериментальных исследований позволило определить уровни функционального поражения элементов БЦВК и составить базу команд управления для принятия мер защиты БЦВК в целом. Так, при своевременном поступлении команды управления о временном прекращении работы операционной системы БЦВМ, бортовой комплекс оставался работоспособным и не нарушал функционирование бортовой сети.

Исследование воздействия ЭМИ на элементы БЦВК имеет важное значение при выработке специальных команд для каждого элемента бортовой сети с учетом характера реакции элемента на деструктивное воздействие и его времени для восстановления функционирования. При воздействии на БЦВК сверхширокополосного импульсного излучения основным наблюдаемым эффектом становится искажение передаваемой по бортовой сети информации. Типовые осциллограммы сигнала наводки на сетевом кабеле, соединяющем вычислитель 1, коммутатор и вычислитель 2 в момент передачи информации при воздействии СКИ ЭМИ, приведены на рис. 4 ($\tau_n = 170$ нс, 30% потеря информационных пакетов) и рис. 5.

Во время исследований в качестве датчиков ЭМВ использовались полосковые преобразователи, подключенные

к СОДЭМВ. Также учитывалась особенность функционирования каждого элемента, входящего в состав БЦВК, для определения наиболее эффективного способа приостановки его функционирования. При этом добивались минимальных потерь и разрушений в передаваемом/обрабатываемом массиве данных. Хранение и передачу информации в ИСАУ следует организовывать в виде распределенных информационных полей ИС: поля идентификации известных ЭМВ классификаторов нижнего уровня и поля накопления опыта классификатора верхнего уровня СОДЭМВ.

Процесс адаптации информационного поля идентификации известных ЭМВ связан с решением задач классификации ЭМВ по их признакам, приводящим к коррекции информационного поля идентификации на нижнем уровне СОДЭМВ. Процесс адаптации информационного поля накопления опыта связан с решением задач кластеризации ЭМВ по совокупному вектору их признаков, формируемому статистической, сигнатурной и адаптивной СОДЭМВ.

Классификаторы адаптивных уровней СОДЭМВ организованы по схеме: система нечетких продукционных правил → «нечеткая ИС» → самообучающаяся ИС. Самообучающаяся ИС необходима для решения задачи кластеризации. В процессе самообучения ИС добиваются такого разбиения векторов обучающей выборки на группы (за счет уменьшения размеров допустимой окрестности кластеров), чтобы число групп в четком классификаторе совпало с числом правил в системе нечетких продукционных правил.

Последнее условие необходимо для создания адаптивного классификатора. При изменении вектора посылок он изменяет размерность вектора заключений, т.е. решая задачу кластеризации, четкая ИС изменяет размерность вектора заключений. Это способствует добавлению новых правил в систему нечетких продукционных правил и соответствующих формальных нейронов в нечеткую ИС. Обучение нечеткой ИС и анализ весов связей вновь введенных формальных нейронов позволяют сформировать спецификацию на отсутствующие датчики ЭМВ в СОДЭМВ.

Заключение. Предложенная иерархическая модель интеллектуальной системы анализа устойчивости элементов и узлов БЦВК к деструктивному воздействию ЭМИ включает СОДЭМВ, множество ДЭМВ, средства сигнатурного и статистического анализа, взаимосвязанных как с внешней средой, так и с аппаратно-программными компонентами самого БЦВК. В процессе работы СОДЭМВ происходит накопление опыта по обнаружению ДЭМВ за счет адаптации информационных полей нейронных и нейро-нечетких сетей, систем нечетких продукционных правил, матриц экспертных оценок. Коррекция матриц экспертных оценок изменяет систему показателей стойкости БЦВК, которая позволяет отслеживать (с помощью методики обнаружения ДЭМВ и оптимизации СОДЭМВ) динамику стойкости БЦВК и принимать решение о расширении структуры и состава ДЭМВ в многоуровневой ИСАУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов В.А., Мырова Л.О., Царегородцев А.В. Структура интеллектуальной системы анализа и оценки устойчивости БЦВК к деструктивному воздействию ЭМИ // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. — 2012. — № 1, 2. — С. 116–120.
2. Михайлов В.А., Мырова Л.О., Царегородцев А.В. Интеллектуальная система анализа и оценки устойчивости БЦВК к деструктивному воздействию ЭМИ // Электросвязь. — 2012. — № 8. — С. 36–40.

Получено 24.04.13



ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ МТУСИ

календарный план на сентябрь–октябрь 2013 г.

№ темы	Подразделение. Полное название учебной темы	Стоимость, руб.	Сроки проведения	№ темы	Подразделение. Полное название учебной темы	Стоимость, руб.	Сроки проведения
СЕНТЯБРЬ							
94	Кафедра «Инфокоммуникаций». Широкополосные сети абонентского доступа (технологии проводного (xDSL, PON, IP) и беспроводного (Wi-Fi, WiMAX и др.) абонентского доступа)	20 000	09.09 – 13.09	118	Кафедра ОУС. Повышение квалификации руководителей и специалистов служб и отделов качества (базовые принципы СМК, стандарты ИСО 9000, инструменты и методы аудита, бизнес-процессы)	20 500	07.10 – 11.10
95	Кафедра «Инфокоммуникаций». Системы и стандарты транкинговой радиосвязи (принципы организации и стандарты транкинговой подвижной радиосвязи, методика частотно-территориального планирования, перспективные системы транкинговой связи на основе стандарта TETRA, практические занятия по эксплуатации систем транкинговой связи на действующем объекте)	20 000	09.09 – 13.09	122	Учебный центр МВТТС. Анализ финансовой отчетности и экономическое обоснование управленческих решений (для менеджеров) (информационная база АФО, бухгалтерская отчетность, оценка компании, инвестиционный анализ)	24 200	07.10 – 11.10
102	Учебный центр МВТТС. Информационные системы на основе компьютерных баз данных (Microsoft Access: таблицы, запросы, формы, отчеты, автоматизация)	23 100	09.09 – 13.09	123	Учебный центр МВТТС. Распределение информации в сетях NGN (программный коммутатор Softswitch, подсистема мультимедийной связи IMS)	26 950	07.10 – 11.10
103	Учебный центр МВТТС. Проектирование структурированных кабельных систем (структура КС, фазы проектирования, схемы расчета, оформление проектной документации)	24 200	09.09 – 13.09	124	Учебный центр МВТТС. Теория и практика ведения деловых переговоров (эффективные техники и приемы ведения переговоров, аргументирование, выход из спорных ситуаций, стратегии и техники воздействия)	26 400	07.10 – 11.10
96	Кафедра «Инфокоммуникаций». Цифровые системы коммутации на Единой сети электросвязи РФ (принципы функционирования, архитектура управления и технические характеристики отечественных и зарубежных ЦАТС)	20 000	16.09 – 20.09	119	Кафедра ОУС. Подготовка кадрового ресурса на замещение должностей руководителей предприятий и структурных подразделений	19 500	14.10 – 18.10
98	Кафедра ОУС. Повышение квалификации руководителей групп, служб, отделов телекоммуникационных компаний	18 000	16.09 – 20.09	120	Кафедра ОУС. Управление бизнесом в телекоммуникационной компании (разбор и анализ конкретных ситуаций)	19 500	14.10 – 18.10
104	Учебный центр МВТТС. Маркетинг для организации продаж в отрасли связи (цели и стратегии, инструменты, системы планирования, мониторинг)	24 750	16.09 – 20.09	125	Учебный центр МВТТС. Современные технологии продаж и работы с клиентами (этапы и технологии продаж, планирование и организация продаж корпоративным и индивидуальным клиентам, навыки презентаций, коммуникативный тренинг, виды сервиса)	25 850	14.10 – 18.10
105	Учебный центр МВТТС. Инструменты эффективного продвижения услуг на рынке: брендинг, реклама, пиар (инструменты маркетингового «микса», промоушен, медиапланирование, тренинг навыков продаж)	24 750	16.09 – 20.09	126	Учебный центр МВТТС. Активное и пассивное оборудование сетей PON и FTTH (технологии, проектирование, эксплуатация, строительство)	29 800	14.10 – 18.10
106	Учебный центр МВТТС. Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛС (конструкция, характеристики, монтаж и эксплуатация)	24 200	16.09 – 20.09	127	Учебный центр МВТТС. Сети нового поколения NGN. Часть I (услуги, протоколы, шлюзы IP-телефонии, Call-центры)	25 300	14.10 – 18.10
107	Учебный центр МВТТС. Администрирование баз данных Oracle. Часть I. Создание баз данных, управление экземпляром, памятью и структурами БД Oracle	25 850	16.09 – 20.09	128	Учебный центр МВТТС. Сети нового поколения NGN. Часть II (качество, транспорт, абонентский доступ, коммутация и измерения в сетях NGN)	25 300	21.10 – 25.10
108	Учебный центр МВТТС. Администрирование баз данных Oracle. Часть II. Резервирование, архивирование и восстановление БД Oracle	25 850	23.09 – 27.09	115	Кафедра «Инфокоммуникаций». Современные системы сигнализации в телекоммуникационных сетях (классификация, принципы построения и функционирования систем сигнализации; сигнализация ОКС №7, H-323, SIP, SIGTRAN, MGCP, MEGACO/H-248; практические занятия по измерениям и настройке различных типов сигнализации)	20 000	21.10 – 25.10
109	Учебный центр МВТТС. Качество услуг в современных сетях связи (нормативы и механизмы обеспечения качества услуг, классы и показатели качества, измерение и мониторинг качества услуг, соглашения об уровне обслуживания)	26 400	23.09 – 27.09	116	Кафедра «Инфокоммуникаций». Тактовая сетевая синхронизация и частотно-временное обеспечение сетей электросвязи (основные виды синхронизации, сигналы синхронизации и их характеристики, структура сети ТСС, измерения на сетях ТСС)	20 000	21.10 – 25.10
97	Кафедра «Инфокоммуникаций». Виртуальные частные сети VPN на базе IP/MPLS (Ethernet, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, VLAN; протокол рассылки меток LDP (режимы распределения меток, варианты обработки), протокол MP-BGP (формат и типы сообщений, атрибуты))	20 000	23.09 – 27.09	117	Кафедра «Инфокоммуникаций». Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств (параметры излучения радиопередающих устройств, помехоустойчивость и помехозащитность радиоприемных устройств, территориально-частотное планирование систем РС и вещания)	20 000	21.10 – 25.10
99	Кафедра ОУС. Повышение квалификации руководителей и специалистов служб охраны труда организаций связи (менеджмент охраны труда, система управления охраной труда, компьютерные технологии обучения и аттестации персонала по охране труда, охрана труда при работах на сетях и средствах связи, аттестация рабочих мест по условиям труда, расследование и учет несчастных случаев на производстве, электробезопасность)	17 500	23.09 – 27.09	121	Кафедра ОУС. Управление проектами в телекоммуникационной компании	18 000	21.10 – 25.10
100	Кафедра ОУС. Повышение квалификации руководителей и преподавателей учебных центров операторов связи	18 000	23.09 – 27.09	129	Учебный центр МВТТС. Электрические кабели связи и распределительное оборудование (перспективы, конструкции, монтаж и эксплуатация)	23 100	21.10 – 25.10
101	Кафедра ОУС. Повышение квалификации руководителей и специалистов кадровых служб и служб персонала организаций связи (менеджмент, оценка, развитие, мотивация, коммуникации персонала, новое в трудовом законодательстве)	17 500	30.09 – 04.10	130	Учебный центр МВТТС. Разработка маркетингового и бизнес-планов (с применением систем Marketing Analytic и Project Expert)	24 750	21.10 – 25.10
110	Учебный центр МВТТС. Технологии транспорта в сетях NGN (сети SDH, Ethernet, WDM, синхронизация, сетевое управление, измерения)	24 200	30.09 – 04.10	131	Учебный центр МВТТС. Ориентация компании на клиента (включая изучение рынка, рекламу, методы привлечения и обслуживания клиентов)	24 750	28.10 – 01.11
111	Учебный центр МВТТС. IP-телефония: теория, практика, приложения (принципы, протоколы, шлюзы, системы администрирования)	25 850	30.09 – 04.10	132	Учебный центр МВТТС. Облачные технологии: новая стратегия бизнеса (предоставление инновационных сервисов через Интернет, платформы и технологии)	29 800	28.10 – 01.11
112	Учебный центр МВТТС. Современные технологии и программные средства управления базами данных (создание приложений в Delphi и C++Builder)	24 200	30.09 – 04.10	133	Учебный центр МВТТС. Реализация технологии IP/MPLS для сетей NGN (сети связи MPLS на базе IP-технологии и Ethernet, физическая среда и транспортные технологии для IP/MPLS)	25 850	28.10 – 01.11
ОКТАБРЬ							
113	Кафедра «Инфокоммуникаций». Основы проектирования и техническая эксплуатация современных ЦСП и ВОСП (методы проектирования и эксплуатации ВОСП; основные принципы построения каналообразующей аппаратуры, общей для цифровых и волоконно-оптических систем передачи; особенности линейного тракта на оптическом кабеле)	20 000	07.10 – 11.10				
114	Кафедра «Инфокоммуникаций». Современные технологии проводного абонентского доступа (варианты абонентского доступа к магистральным сетям, передача информации на абонентском участке с помощью технологий xDSL (HDSL, ADSL и др.), основы сетей коммутации пакетов на базе ATM и IP, абонентское и станционное оборудование доступа (IAD и DSLAM), стек протоколов для передачи сигналов IP по DSL)	20 000	07.10 – 11.10				

НДС не облагается (НК РФ ч.11,ст.149 п.2 пп14)

С содержанием курсов можно ознакомиться в Интернете:
<http://ipk.mtuci2.ru>

Заявки на обучение просьба высылать на адрес:
eliseeva@mtuci2.ru

Телефоны для справок: (499) 192-80-47, 192-85-11
Факс: (499) 192-80-47, 192-85-51.

Электронная почта: office@mtuci2.ru

Почтовый адрес:

ИПК МТУСИ, Д-423, ГСП-5, 123995, Москва, ул. Народного Ополчения, 32

ИПК МТУСИ организует обучение по программам MBA, DBA, второму высшему экономическому образованию

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА «АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА АСРК»



Функциональное назначение – решение задач мониторинга радиочастотного спектра (РЧС) с использованием разнотипного измерительного оборудования.

Анализатор спектра АСРК функционирует как самостоятельно, так и в составе сложных территориально распределенных систем радиомониторинга.

Анализатор спектра АСРК обеспечивает:

- управление разнотипным измерительным оборудованием с использованием унифицированной службы сопряжения с распределенными средствами радиотехнических измерений (РТИ) и радиоконтроля (РК);
- вторичную обработку данных результатов первичных РТИ в режиме отложенной обработки и в реальном времени;
- спектральные измерения параметров радиосигналов с использованием библиотеки модулей СПО сертифицированных методик выполнения измерений;
- визуализацию результатов радиотехнических измерений в режиме реального времени и в отложенном режиме;
- автоматическое обнаружение, автоматическую идентификацию сигналов, автоматическую оценку соответствия параметров сигналов нормам разрешительных документов на использование радиочастот;
- автоматическое ведение журнала событий мониторинга состояния использования радиочастотного спектра;
- формирование необходимых отчетных документов.

Решение задач мониторинга РЧС:

- первичные измерения уровней напряженности ЭМП в заданных полосах частот;
- измерение технических параметров излучений радиосредств;
- оценка загруженности радиочастот;
- пеленгование и определение местоположения источников радиоизлучений (ИРИ);
- мониторинг радиочастотного спектра.

Реализованные в Анализаторе спектра АСРК МВИ аттестованы ФГУП ВНИИФТРИ и внесены в госреестр МВИ.

Свидетельство о регистрации Анализатора спектра АСРК в РОСПАТЕНТе № 2011615699 от 29.02.2012.



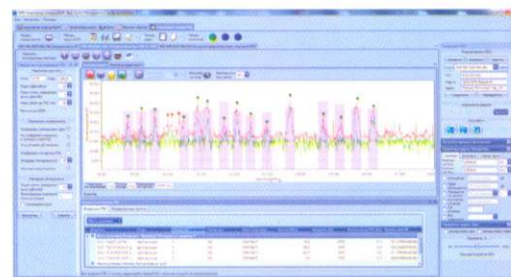
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

«Радан-М»

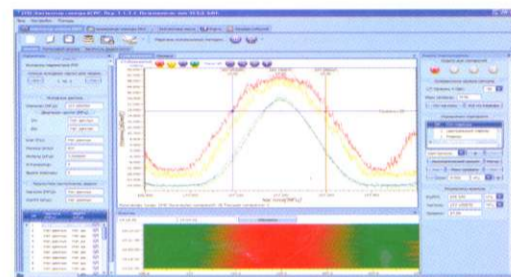
Адрес: 127055, г. Москва, а/я 43.

Тел.: (495) 923-70-72, факс: (495) 680-66-46.

E-mail: info@radian-m.ru, <http://www.radian-m.ru>



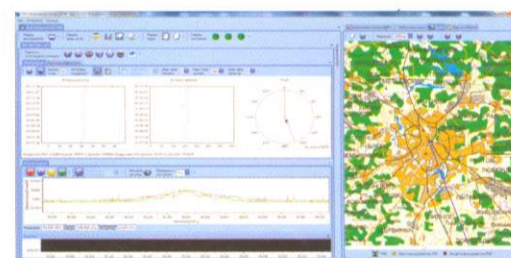
Автоматический мониторинг РЧС.
Идентификация ИРИ по БД АСРК



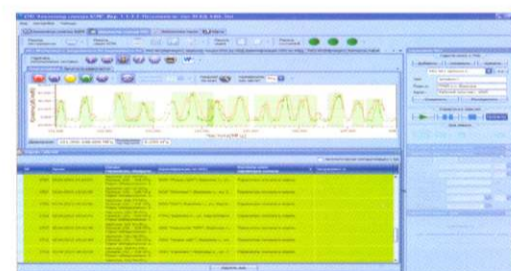
Измерение параметров излучений РЭС



Оценка загруженности частот



Пеленгование источников радиоизлучений



Журнал событий мониторинга спектра

