

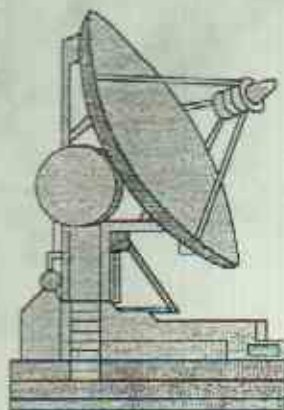
Отделение ЭМС Международной академии информатизации
Секция ЭМС Московского правления ИТОРЭС им. А. С. Попова
Комитет по проблемам ЭМС Московского союза НИО
Московский государственный институт электроники и
математики (технический университет)
Кафедра "Радиоэлектронные и телекоммуникационные устройства и
системы"
Институт проблем управления РАН
НТП "Компас-21"

НОВОЕ В ЭМС

Сборник научных трудов

Выпуск 4

ЭМС и безопасность



Москва 1998

Отделение ЭМС Международной академии информатизации
Секция ЭМС Московского правления ИТОРЭС им. А. С. Попова
Комитет по проблемам ЭМС Московского союза НИО
Московский государственный институт электроники и
математики (технический университет)
КАФЕДРА "РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА И
СИСТЕМЫ"
Институт проблем управления РАН
НТП "Компас-21"



НОВОЕ В ЭМС

Сборник научных трудов

Выпуск 4



ЭМС И БЕЗОПАСНОСТЬ

*Научно-техническая конференция
Москва, 9 - 10 июня 1998 г.*

Москва 1998

ББК 3332.841

Н 74

УДК 621.38

**Новое в ЭМС. Сборник научных трудов. Выпуск 4. Под общей редакцией проф. Л. Н. Кечиева и к. т. н. В. В. Носова. –М.:МГИЭМ, 1998. - 135 с.
ISBN 5-230-22220-4**

В сборнике представлены материалы научно-технической конференции "ЭМС и безопасность", проходившей 9 - 10 июня 1998 г. в Москве. Статьи охватывают вопросы стандартизации и сертификации, функциональной и экологической безопасности технических средств, анализа методов измерений, тестирования и моделирования аппаратуры при решении задач ЭМС, а также применение Internet для информационной поддержки решения задач обеспечения ЭМС и безопасности.

Материалы сборника будут полезны специалистам, занимающимся вопросами ЭМС, а также смежными вопросами обеспечения безопасности технических средств и биологических объектов.

Издание осуществлено с файлов авторов.
Редакция не несет ответственность за ошибки авторов.

ББК 3332.841

©Московский государственный институт
электроники и математики
(технический университет).
Составление

ISBN 5-230-22220-4

РАДИОПОМЕХИ И РОЖДЕНИЕ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ.

Николаев Д. П. (МГИЭМ)

В настоящей статье рассмотрены вопросы возникновения и проблемы радиопомех в современных радиоустройствах. Целью статьи является показать развитие современной радиоэлектроники. Появление "радиопомех" и борьба с ними. Формирование новой области науки - "квантовой электроники" и создание принципиально новых типов квантовых электронных приборов.

Материалы статьи следует рассматривать как один из фрагментов лекционного курса "Введение в специальность".

С широким развитием радиоэлектроники происходит расширение диапазона рабочих частот. С увеличением числа одновременно работающих станций, с увеличением дальности их действия и повышением чувствительности приемных устройств возникли проблемы, вызывающие взаимные помехи радиостанций, помехи радиоприему, возникающие от искусственных источников, например, промышленные, или иначе, промышленные помехи, а также источников естественного происхождения - атмосферные и космические помехи.

С целью устранения взаимного влияния работающих радиостанций существует строгая международная регламентация диапазонов волн и мощностей станций. Одновременно введены специальные методы передачи и приема, т. е. выбор наиболее помехоустойчивого вида модуляции, повышение стабильности частоты генератора, авторегулировки усиления, узко-направленные передающие и приемные антенны и т. п.

Кроме рядом работающих станций, помехи могут создаваться разнообразными источниками электромагнитных излучений, возникающих, например, при размыкании и замыкании электрических цепей, искрении щеток генераторов и электродвигателей, при работе электросварочных трансформаторов, рентгеновских аппаратов и т. д. Вообще говоря, борьба с такого рода помехами ведется в двух направлениях: за счет экранирования самих источников помех и устранения влияния этих помех в приемных радиоустройствах.

Вместе с этим также существуют помехи естественного происхождения. Это, в первую очередь, грозные разряды, которые впервые зарегистрировал А. С. Попов с помощью своего грозоотметчика. Согласно статистическим данным на земном шаре происходит около 10^6 грозных разрядов в секунду. Основными очагами гроз являются экваториальные области Африки и Америки.

Перечисленные выше помехи особенно сильно проявляются на длинных и средних волнах. На коротких волнах доминируют естественные помехи пассивного характера. Они обусловлены непостоянством состояния атмосферы, в которой распространяются радиоволны. Это непостоянство выражается в периодических изменениях отражающих и поглощающих свойств ионизированных слоев атмосферы. Такие помехи известны под названием "замираний" (федденгов), выражающихся в периодических ослаблениях и усилениях слышимости на приемном конце. Для борьбы с этими явлениями разработаны достаточно эффективные средства в виде приема на разнесенные антенны, авторегулировки чувствительности приемника и т. п.

Такое устранение или значительное ослабление радиопомех сохранялось до появления радиолокации и установления связей со спутниками Земли и космическими объектами. Во время второй мировой войны и, особенно, в послевоенный период возникли проблемы радиоэлектроники, которые решались с помощью ультракоротких волн, первоначально - метрового и дециметрового, а потом и, в основном, - сантиметрового диапазона. До некоторого времени волны данных диапазонов можно было считать практически "бесшумными". Но с течением времени такая характеристика становилась все более ошибочной. Причиной этому явились следующие обстоятельства.

Первоначально воздушные цели обладали относительно малыми скоростями и по тактическим соображениям обнаруживались с приемлемой точностью, задачи радиолокации решались достаточно просто и различные помехи не оказывали заметного влияния на прием сигналов. Однако бурное развитие авиационной техники и особенно с разработкой баллистических ракет, задачи, решаемые средствами радиоэлектроники, резко усложнились. Требуемые дальности действия станций увеличились на порядок. Одновременно возросли требования к точности определения дальности, угловых координат и скоростей полета воздушных целей.

Изучение космического пространства ведется, как известно, по двум основным направлениям. Во-первых, интенсивно используются и совершенствуются методы радиоспектроскопии. Она позволяет, по сравнению, с более старой и хорошо освоенной оптической спектроскопией, существенно расширить круг астрономических и астрофизических наблюдений, что привело к возникновению нового научного направления - **радиоастрономии**. Во-вторых, освоение космоса проводится и более прямыми методами - путем запуска спутников Земли и межпланетных летательных кораблей, оснащенных соответствующей радиоаппаратурой. Таким образом была установлена связь, непосредственно дающая информацию из космического пространства на наземные пункты. Другой, еще одной из форм установления "контакта" между Землей и космосом явилось

радиолоцирование Солнца и планет Солнечной системы. Очевидно, что проникновение человека в космическое пространство прямым образом связано с проблемой установления различного вида радиосвязей на расстояния, исчисляемые сотнями тысяч километров и более. Имелось в виду два основных пути решения этой проблемы, связанных либо с увеличением мощности передатчика, либо с повышением чувствительности приемника. Глубокое изучение проблемы сразу же выявило принципиальные затруднения решения ее путем увеличения мощности передатчика.

Поэтому пошли по другому направлению, а именно: созданию высокоизбирательных приемников с предельно высокой чувствительностью. Однако, исследования в этом направлении сразу же обнаружили особый тип помех, носящий название "**радиошума**".

Рассмотрим шумы, порождаемые самой радиоэлектронной аппаратурой. Эти шумы, называемые "внутренними" (собственными) шумами, обусловлены дискретной природой электричества и хаотическим поведением во времени и пространстве свободных носителей зарядов. Все это проявляется при термоэлектронной эмиссии (в вакуумных приборах) и в процессах рождения и уничтожения пар электрон - дырка (в полупроводниках). Такие шумы обычно называют "дробовыми" в отличие от тепловых шумов, порождаемых в различного рода омических сопротивлениях.

Интенсивность шума обычно характеризуется так называемым "шум-фактором" или "коэффициентом шума" $K_{ш}$, определяемым как отношение мощности шумов на выходе к мощности шумов идеального усилителя. В идеальном (бесшумовом) усилителе шумы на выходе соответствуют лишь тем шумам, которые порождает работающая в реальных условиях приемная антенна.

На практике чаще пользуются другой величиной - "шумовой температурой" $T_{ш}$.

$$T_{ш} = (K_{ш} - 1) T,$$

где $K_{ш} \approx 1 + (T / T_0)$

T - температура окружающей среды,

T_0 - 290 К

Лучшие усилители на ЭВП имеют $T_{ш} = 800...1500$ К; для прибора пролетного типа эта цифра снижается до 200...300 К. Шумовая температура остальных источников помех, влияющих на работу радиоканала в целом, то при надлежащих мерах общая шумовая температура от внешних источников, включая и антенно-фидерный тракт, может быть доведена до 15...18 К. Отсюда следует, что основным источником шума является сам электронный прибор и в основном тот, который работает во входном каскаде высокой частоты.

Важным условием явилось получение предельно стабильного по частоте автогенератора ("задающего генератора"). Но создать его практи-

чески также трудно (по тем же причинам), что и сверхчувствительный приемник.

Таким образом основным источником шума является сам электронный прибор, в котором используются в том или ином виде свободные носители зарядов. Следовательно, получение электронного усилителя с возможно малой шумовой температурой связана с радикальным пересмотром самого принципа работы электронных усилителей.

Также острым оказался вопрос о стабильности частоты задающих генераторов. В идеале колебания такого генератора должны быть чисто синусоидальными (монохроматическими), на практике приходится иметь дело с так называемыми квазимонохроматическими колебаниями с малым (по возможности) "коэффициентом нестабильности"; определяемым отношением $\Delta f / f_0$, где Δf - максимальное отклонение от номинальной частоты f_0 .

В первоначальный период развития радиоэлектроники требования к стабильности частоты излучаемых колебаний диктовались в основном стремлением обеспечить устойчивый прием нужной станции. Но с увеличением числа станций эти требования возросли из-за необходимости размещения большого числа радиостанций в ограниченном диапазоне частот.

Другим фактором этой проблемы явилось необходимость сужения полосы пропускания радиоприемных устройств до возможного предела, что повышает их реальную чувствительность. Стремление к максимальной оперативности при установлении связи и к надежности работы привело к дальнейшему повышению требований к стабильности частоты. Качественный скачок в этом направлении возник с появлением новых видов передачи и извлечения информации, основанных на индикации фазы высокочастотных колебаний. Из выше изложенного следует, что, во-первых, по мере развития радиоэлектроники требования к стабильности частоты непрерывно повышались; во-вторых, эти требования различны в зависимости от рода радиоаппаратуры и условий ее работы.

Развитию нового научного направления в радиоспектрометрии способствовало созданию электронных приборов, свободных от многих указанных выше недостатков. Радиоспектроскопия изучает спектры поглощения и излучения различных веществ в диапазоне радиочастот, т. е. от длинных волн до волны длиной в 1 мм.

Радиоспектроскопия возникла позже оптической спектроскопии. Это объясняется тем, что окружающая нас природа в изобилии предоставляет нам самые разнообразные источники света и при этом имеется такой естественный индикатор света как глаз. Поэтому, продвижение спектроскопии в область невидимых, более длинных волн стало возможным и практически осуществимым лишь после создания радио и накопления некоторого опыта его применения. Условия к достаточно интенсивному раз-

витию спектроскопии создались во время второй мировой войны в связи с возникновением и практическим применением радиолокации. Точнее можно сказать, что именно радиолокация и привела к возникновению радиоспектроскопии.

Исследования спектральных линий привели к формированию новой области науки - "**квантовой электроники**", на базе которой и был создан принципиально новый тип электронных приборов - вначале на радиочастотах (мазеры), а затем на оптических частотах (лазеры).

Первым квантовым прибором когерентного излучения в диапазоне сверхвысоких частот явился молекулярный генератор, в котором в качестве активной среды были использованы молекулы аммиака на частоте 23370 МГц ($\lambda=1,25$ см). Он был разработан в 1954 году, одновременно и независимо, Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым в СССР и Таунсом, Гордоном и Цайгером в США. Стабильность частоты такого генератора оказалась необычайно высокой и устойчивой, отношение $\Delta f / f_0$ достигало значения 10^{-11} , что превысило стабильность лучших кварцевых генераторов (классического типа) на два - три порядка. Такое замечательное свойство квантового генератора послужило основой создания новых эталонов частоты (эталон времени) при построении точных систем радионавигации, а также при проведении картографических работ, близких к задачам радионавигации.

В дальнейшем был получен еще более точный стандарт частоты в виде генератора, работающего на пучке атомов водорода с длиной волны 21 см. Погрешность этого эталона составила $3 \cdot 10^{-12}$. Чтобы полнее ощутить точность таких "часов", заметим, что их ошибка (по расчету) не должна превысить 1 секунды за 300 лет непрерывной работы.

Первым сверхчувствительным усилителем квантового типа (КУ) был так называемый парамагнитный усилитель. В качестве активной среды был использован кристалл искусственного рубина, работа которого описана в литературе по лазерам.

Парамагнитный усилитель был также предложен Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым в 1955 г. Его сверхнизкая шумовая температура ($T_{ш} = 2,5 \dots 4,2$ К) была достигнута путем охлаждения кристалла в жидком гелии - способ в принципе неприменимый для "горячих" приборов классического типа. Кроме того, парамагнитный усилитель обладает весьма широкой полосой пропускания частот и большим коэффициентом усиления.

В настоящее время квантовые усилители используются в широком диапазоне частот (от $\lambda = 50$ см до $\lambda = 1$ см) в установках радиолокации, линиях тропосферных связей и, особенно, в линиях космической связи и радиоастрономии. С помощью КУ были проведены уникальные исследования планет Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера. В частности, с помощью этих усилителей было обнаружено так называемое реликтовое излу-

чение, зародившееся по всей вероятности до возникновения видимой с Земли части Вселенной.

Литература

1. Е. Жаботинский, Т. А. Шмаонов. Лазеры - оптические генераторы и усилители. М. И. Л. 1963 г.
2. М. Зверев, Ю. Д. Голяев. Лазеры на кристаллах и их применение. М. Радио и связь. 1994 г.
3. В. Тарасов. Лазеры и их применение. М. Радио и связь. 1983 г.
4. В. Тарасов. Основы квантовой механики. М. ВШ. 1978 г.
5. А. Аваев и др. Электронные приборы. М. Энергоизд. 1989 г.
6. В. Тарасов. От триода до лазера. М. ВШ. 1984 г.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПРИ ИНТЕГРИРОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Кузьмин В. И. (МГТС)

Широкое распространение локальных вычислительных сетей (ЛВС) ставит новые задачи перед специалистами по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС). Это объясняется рядом факторов, важнейшими из которых являются:

- распределенная топология сетей, которая может формироваться по всему объему здания или помещения значительной площади;
- постоянно повышающееся быстродействие вычислительных систем, что вызывает все более жесткие требования к стабильности времен распространения сигналов по линиям связи и качеству согласования последних;
- снижение энергетических порогов срабатывания микросхем, что увеличивает их чувствительность к воздействию внешних и внутренних помех различной природы;
- широкое применение искусственных материалов, пластмасс как в аппаратуре, так и в оборудовании служебных помещений.

Особое значение в создании ЛВС и организации их работы приобретают вопросы биоэлектромагнитной совместимости, которые рассматривают воздействие излучений от компьютеров на человека.

Московская городская телефонная сеть (МГТС) в настоящий момент переживает период коренной реконструкции. Основным ее направлением является повсеместное внедрение информационно-вычислительных систем, компьютерных технологий, внедрение локальных и глобальных вычислительных сетей и построение телекоммуникаций на их основе. При решении данной проблемы приходится сталкиваться с рядом трудностей, которые определяются несовершенством инфраструктуры зданий и помещений, предназначенных для размещения аппаратуры нового поколения. В первую очередь это относится к задачам

СОДЕРЖАНИЕ

РАСЧЕТНЫЕ ОЦЕНКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ УСТАНОВОК С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ <i>Давыдов А.А., Кондратьева А.И., Никулин П.В., Плыгач В.А. (ЦФТИМО)</i>	5
РАЗВИТИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИООБЪЕКТОВ В РАСЧЕТАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ <i>Давыдов А.А., Кондратьева А.И., Плыгач В.А. (ЦФТИМО)</i>	9
ПРОХОДНОЙ ДЕЛИТЕЛЬ СУБНАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ НАПРЯЖЕНИЯ НА 100 КВ <i>Иванов Л.Н., Коваленко С.А., Крахалев Д.И., Шкурин Е.В. (ЦФТИМО)</i>	14
ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТОКОВ И ЗАРЯДОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ СЛОЖНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ <i>Кондратьева А.И., Плыгач В.А. (ЦФТИМО)</i>	17
ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ <i>Винокуров Г.Н., Изотов О.В., Сидорюк П.А. (ЦФТИМО)</i>	19
ОЦЕНКА УСЛОВИЙ МАКСИМАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ПОМЕХИ ЗАДАННОЙ АМПЛИТУДЫ <i>Акиншин И.В., Васенин А.В., Овчинников А.Г., Плыгач В.А. (ЦФТИМО)</i>	25
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ <i>Белов В.Ф. (Мордов. ун-т), Тишкин В.Ф. (ИММ РАН), Белов И.В. (ИММ РАН)</i>	30
ЕВРОПЕЙСКАЯ ДИРЕКТИВА ЭМС (N 89/336) И ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>Кармашев В.С. (ГЦМО ЭМС, г. Москва)</i>	37
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ <i>Кармашев В.С. (ГЦМО ЭМС, г. Москва)</i>	42
РАЗВИТИЕ СЕТИ АККРЕДИТОВАННЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОМЕХАМ <i>Кармашев В.С. (ГЦМО ЭМС, г. Москва)</i>	44
АНАЛИЗ РЫНКА СОВРЕМЕННЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ <i>Овчинников Д.С. (МГИЭМ, Москва)</i>	48
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ <i>Кечиев Л.Н., Овчинников Д.С. (МГИЭМ, Москва)</i>	52

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТА ДЛЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О ПРИБОРАХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ <i>Тумковский С.Р., Овчинников Д.С. (МГИЭМ, Москва)</i>	58
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ ЛЕТАЮЩЕЙ ЛАБОРАТОРИИ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ <i>Белогуб В.П., Шатров Э.Г.</i>	63
НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИХ ФИЛЬТРОВ <i>Бобков А.Л. (МГИЭМ, Москва)</i>	73
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДКОМИТЕТА ПК-11 ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ТК-30 ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЭМС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ <i>Балиук Н.В., Бобилев С.В., Иванов Л.Н., Парфенов Ю.В. (ЦФТИ МО)</i>	84
ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ОТ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ С ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТАМИ <i>Дубровин Е.А., Иванов Л.Н., Коваленко С.А., Шураев Ю.А. (ЦФТИ МО)</i>	86
АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОБЛЕМЕ ЭМС <i>Носов В.В. (Институт проблем управления РАН)</i>	88
ГИПОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ЭКРАНИРОВАННЫХ ОБЪЕКТАХ - ФАКТОР ТЕХНИЧЕСКОЙ, САНИТАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ АППАРАТУРЫ И ЧЕЛОВЕКА <i>Рябов Ю. Г., Осипов А. Ю., Рябов Г. Ю. (НТЦ ИРЭС)</i>	93
ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СОВМЕСТИМОСТИ ПРОДУКЦИИ И РАБОЧИХ МЕСТ <i>Рябов Ю. Г., Осипова А. Ю., Рябов Г. Ю. (НТЦ ИРЭС)</i>	98
КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО WEB В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ <i>Кешиев Л. Н., Тумковский С. Р. (МГИЭМ)</i>	106
РАДИОПОМЕХИ И РОЖДЕНИЕ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ <i>Николаев Д. П. (МГИЭМ)</i>	119
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПРИ ИНТЕГРИРОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ <i>Кузьмин В. И. (АО МГТС)</i>	124
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОМЕХАМ <i>Пожидаев С. В., Тухас В. А.</i>	129
О ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ В ОБЛАСТИ ЭМС <i>Воропин А. Я., Черкасова Е. В. (МГИЭМ)</i>	131
ПРАКТИКА СЕРТИФИКАЦИИ ТС ПО ТРЕБОВАНИЯМ ЭМС <i>Котельников Д. С., Медников А. А. (НТП "Компас-21")</i>	132

ЛР № 020304
28.11.1996 г.

Подписано в печать 3.06.98 Формат 60x84/16. Бумага офсетная №2.
Печать - ризография. Усл.печ.л. 8,4. Уч.-изд.л. 7,6.
Тираж 60 экз. Заказ 191-98.

Московский государственный институт электроники и математики
109028, Москва, Б.Трехсвятительский пер., 3/12.



Центр оперативной полиграфии
(095) 916-88-04, 916-89-25