

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции
с международным участием,
посвящённой 125-й годовщине Дня радио

Красноярск, 14–15 мая 2020 г.

Красноярск
СФУ
2020

УДК 621.396.6(083)
ББК 32.844я43
С568

С568 Современные проблемы радиоэлектроники : материалы XXII Всерос. научн.-техн. конф. с междунар. участием, посвящённой 125-й годовщине Дня радио. Красноярск, 14–15 мая 2020 г. / отв. ред. Ф. В. Зандер. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. – 314 с. ISBN 978-5-7638-4378-1

Представлены разработки и достижения в области радиоэлектроники по направлениям: радиоэлектронная техника навигации и связи; радиолокационные системы; СВЧ-технологии, антенны и устройства; информационные спутниковые системы и технологии; конструирование и технология электронных средств; телекоммуникации и интеллектуальные сети; функциональные материалы микро- и нанoeлектроники.

Предназначены для научных работников, аспирантов и студентов, обучающихся по направлениям и специальностям радиоэлектронного и инженерно-физического профиля.

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 621.396.6(083)
ББК 32.844я43

ISBN 978-5-7638-4378-1

© Сибирский федеральный университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА НАВИГАЦИИ И СВЯЗИ»

- Зандер Ф. В., Петровский Н. Ю.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ СОЗДАНИЯ НАВИГАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕНИЙ С ИМИТАЦИЕЙ СТРЕЛЬБЫ 3
- Асадулина С.М., Кузьмин Е.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АЛГОРИТМОВ ОЦЕНИВАНИЯ ОТНОШЕНИЯ «СИГНАЛ/ШУМ» 7
- Крат Н. М.
ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ ПРИ КАЛИБРОВКЕ ЗАДЕРЖКИ В ИМИТАТОРАХ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ 11

Секция «РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

- Орешкина М.В.
ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭХОСИГНАЛА НАЗЕМНОЙ РЛС КРУГОВОГО ОБЗОРА 17
- Кашкин В.Б., Киселев В.А., Клизубова Л.А.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЦОС В БЛОКАХ УПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА 22

Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

- Валиханов М.М., Верещагин А.Н., Гурин А.С.
АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛОВ ОСЦИЛЛОГРАФА ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ 26
- Камышникова А.С., Ольшевский В.В., Сухотин В.В.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ 31
- Сенченко А.А., Царев С.П.
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ К ЗАДАЧЕ ИНТЕРПОЛЯЦИИ КООРДИНАТ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ 37
- Ермолаев М.В., Марарескул Д.И., Джуманова К.Д., Гулина Ю.С.
ПРОГРАММНЫЙ ПРИЁМНИК СИГНАЛОВ ГНСС С УСТРОЙСТВОМ RTL-SDR BLOG V3 44
- Кирьянов В.В., Копылова А.Д., Сухотин В.В.
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ 50
- Басков А.П., Сухотин В.В.
ТЕХНОЛОГИИ ДУПЛЕКСНОЙ РАДИОЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОДНОЙ НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЕ 54

Секция «СВЧ ТЕХНОЛОГИИ, АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА»

| | |
|---|-----|
| Аливаиви М.М.Д., Дмитриевцев А.Ю., Макрам О.Г.О.М., Скоморохов К.В. АДАПТИВНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА..... | 60 |
| Дмитриевцев А.Ю., Майоров М.А., Скоморохов К.В. АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ СОВМЕЩЕННЫХ ВИБРАТОРНЫХ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ДИФРАКЦИИ В СУБМИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ..... | 66 |
| Грушевский Е.О., Денисенко В.С., Савишников М.О., Сержантов А.М. ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНЫЙ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР НА ОСНОВЕ МНОГОПРОВОДНИКОВЫХ ПОЛОСКОВЫХ РЕЗОНАТОРОВ В МОНОЛИТНОМ ИСПОЛНЕНИИ..... | 72 |
| Афонин А.О., Говорун И.В., Лексиков Ан. А., Лексиков А.А., Угрюмов А.В., Сержантов А.М. ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНЫЙ ФИЛЬТР НИЖНИХ ЧАСТОТ..... | 76 |
| Беляев Б.А., Боев Н.М., Бурмитских А.В., Клешнина С.А. ИЗМЕРЕНИЕ МНИМОЙ ЧАСТИ КОМПЛЕКСНОЙ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ТОНКИХ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ ФЕРРОМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА..... | 81 |
| Грушевский Е.О., Денисенко В.С., Савишников М.О., Сержантов А.М. ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНОГО ПОЛОСКОВОГО ФИЛЬТРА ВЕРХНИХ ЧАСТОТ..... | 86 |
| Афонин А.О., Говорун И.В., Лексиков Ан., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Угрюмов А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ СОГЛАСУЮЩЕЙ ЦЕПИ С ВХОДНЫМИ РЕЗОНАТОРАМИ КАНАЛОВ В МИКРОПОЛОСКОВОМ ДИПЛЕКСЕРЕ..... | 90 |
| Беляев Б.А., Молчанов К.В. НЕЛИНЕЙНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ..... | 100 |
| Балландович С.В., Любина Л.М., Сугак М.И. ОТРАЖАТЕЛЬНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЁТКИ НА НЕПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ..... | 106 |
| Белоусов О.А., Кудряшов М.А., Майоров М.А. ПОСТРОЕНИЕ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЛУВОЛНОВОЙ И ЧЕТВЕРТЬВОЛНОВОЙ КВАДРИФИЛЯРНОЙ СПИРАЛЬНОЙ АНТЕННЫ С МНОГОПРОВОДНЫМИ СПИРАЛЬНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ ДЛЯ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК КОМПЛЕКСОВ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ..... | 112 |
| Гошин Г.Г., Трубачев А.А. РАДАРНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ..... | 120 |
| Литинская Е.А., Худоногова А.Д. РАЗРАБОТКА ПОДРЕШЁТКИ ДЛЯ АНТЕННЫ С КОМБИНИРОВАННЫМ ТИПОМ СКАНИРОВАНИЯ..... | 130 |
| Лемберг К.В., Ступницкий Д.А. РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПЕРЕНОСА АМПЛИТУДНО-ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ БЛИЖНЕЙ ЗОНЫ АНТЕННЫ С ПЛОСКОСТИ НА ПЛОСКОСТЬ..... | 136 |

| | |
|--|-----|
| Бабкин С.В., Белоусов О.А., Кирюпин М.М. СИНТЕЗ ФРАКТАЛЬНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ MATLAB | 141 |
| Ерохин А.А., Саломатов Ю.П. ЧАСТОТНО-НЕЗАВИСИМОЕ ЦИФРОВОЕ ДИАГРАММОФОРМИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВРЕМЕННЫХ ЗАДЕРЖЕК..... | 145 |
| Копылов А.Ф., Огородников Д.К., Саломатов Ю.П., Харитонов Н.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ МЕМБРАНЫ С П-ОБРАЗНОЙ ФОРМОЙ РЕЗОНАНСНОЙ ЩЕЛИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЕЁ ВОЗБУЖДЕНИЯХ | 153 |
| Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ» | |
| Ахметов Р.П., Винниченко М.В., Носкова Е.Е. АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СБОРКИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ | 159 |
| Носкова Е.Е., Худяков С.В. ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ | 164 |
| Бахтина В.А., Лесной М.А., Парошин Н.А., Томилина Н.П. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ИНЕРЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА СГИБА КОНЕЧНОСТИ | 169 |
| Ноговицина К.В., Юзова В.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРИСТОСТИ КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ IMAGE J..... | 175 |
| Цыганков А.С., Шрамов А.А. РАЗРАБОТКА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ И ИХ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ НА БАЗЕ ПЛИС DE2-115 | 180 |
| Зухуров А.Ш., Носкова Е.Е., Паршинцев И.В. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ | 185 |
| Казанцев Р.Ю., Юзова В.А. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ ПРОТОНПРОВОДЯЩИХ МЕМБРАН ВОДОРОДНО-ВОЗДУШНЫХ МИКРОТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ | 190 |
| Секция «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕТИ» | |
| Алдонин Г.М., Маринушкин П.С., Черепанов В.В. ВЕЙВЛЕТ-ИНТРОСКОПИЯ БИОСИСТЕМ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА | 194 |
| Горбачев И.В., Куликов И.Н. ЗАДАЧИ АППАРАТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ПЛИС DE2-115..... | 201 |
| Селиванов А.С., Черников Д.Ю., Шакалов И.А., Якушев В.Н. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТЕХНОЛОГИЯХ РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО СБОРА ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ | 205 |

| | |
|--|-----|
| Копылова Н.Г., Черников Д.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭМУЛЯТОРА eNSP В КОНФИГУРАЦИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕР | 208 |
| Липковская В.С., Лупачева М.А. КОМПОНОВКА И НАСТРОЙКА СИСТЕМНЫХ ПАРАМЕТРОВ eNSP-МОДЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ HUAWEI | 215 |
| Бабкин С.В., Белоусов О.А., Кирюпин М.М. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА С КОНЕЧНЫМ ЧИСЛОМ ОЧЕРЕДЕЙ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ MATLAB | 221 |
| Петровский Н.Ю., Черников Д.Ю. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАГМЕНТА ПАКЕТНОЙ СЕТИ С АГРЕГАЦИЕЙ КАНАЛОВ НА УРОВНЕ L2 | 228 |
| Аристова А.А., Черников Д.Ю. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛА DHCP-СЕРВЕРА СРЕДСТВАМИ ЭМУЛЯТОРА eNSP | 234 |
| Зеленская М.К., Серебрякова А.С. СТЕК ПРОТОКОЛОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СИСТЕМ VoIP И OKS№ 7 | 242 |
| Смирнов Д.В. МОДИФИЦИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ГАЛЛАГЕРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ С УЧЁТОМ ПОТЕРЬ | 247 |
| Селиванов А.С., Черников Д.Ю., Шакалов И.А., Якушев В.Н. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЭП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТОВОЛОКОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ..... | 252 |
| Селиванов А.С., Коловский Ю.В., Шакалов И.А., Якушев В.Н. ОБЗОР МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ИЗУЧЕНИИ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА..... | 258 |
| Гаипов К.Э., Крикунов И.Л. ПРИМЕНЕНИЕ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ АПРОКСИМАЦИИ ВЕРОЯТНОСТНО- ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ..... | 263 |
| Селиванов А.С., Черников Д.Ю., Шакалов И.А., Якушев В.Н. РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛА СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ, ОРИЕНТИРОВАННОГО НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ..... | 267 |
| Долгий П.А., Костерев М.С., Черников Д.Ю. СПОСОБЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕСКОНТАКТНЫХ СМАРТ-КАРТ С ПРОЦЕССИНГОВЫМ ЦЕНТРОМ В РЕЖИМЕ ONLINE | 271 |
| Зеленская М.К., Иванова В.С. СПОСОБЫ ПОДДЕРЖАНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕТИ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ NS-2 ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ | 275 |
| Дроньк В.М., Сукнёва Р.М., Черников Д.Ю. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ 5G-NR И ПРОТОКОЛЕ SIP | 282 |

| | |
|---|-----|
| Киселёв В.А., Клизубова Л.А., Черников Д.Ю. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ | 288 |
| Селиванов А.С., Черников Д.Ю., Шакалов И.А., Якушев В.Н. ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ВИДЕОКОНТРОЛЯ ТЕРРИТОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ IP-КАМЕР | 292 |
| Зеленков Н.С., Черников Д.Ю. INDOOR-НАВИГАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТЕЙ WI-FI | 295 |
| Секция «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ | |
| Живая Я.А., Патрин Г.С. ВЛИЯНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОСЛОЙКИ НА ОБМЕННОЕ СМЕЩЕНИЕ В ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛЕНКАХ CoNi/Si/FeNi | 300 |
| Патрин Г.С., Фурдык В.П. МАГНИТНЫЕ И РЕЗОНАНСНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК В СИСТЕМЕ FE-VI | 305 |

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции
с международным участием,
посвящённой 125-й годовщине Дня радио

Красноярск, 14–15 мая 2020 г.

Редактор *Т. И. Тайгина*
Компьютерная верстка *Д. Р. Мазай*

Подписано в печать 29.07.2020. Печать плоская. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 19,6. Тираж 100 экз. Заказ № 11532

Библиотечно-издательский комплекс
Сибирского федерального университета
660041, Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел. (391) 206-26-16; <http://bik.sfu-kras.ru>
E-mail: publishing_house@sfu-kras.ru