

Краткая информация о проекте

Наименование	AP09058525 «Разработка цифровых радиомодулей 5G и приемных станций СВЧ сигналов на основе SoC»
Актуальность	<p>Радиоблок должен быть выполнен в модульном формате, чтобы каждый модуль был подключен через стандартный интерфейс, такой как PCIe. RU состоит из RF-интерфейса, цифрового интерфейса, транспорта Ethernet, синхронизации и обработки основной полосы нижнего уровня PHY. Соответственно обработка нижнего уровня PHY будет выполняться на FPGA. Современная система на чипе (SoC) от Xilinx, RFSoc, состоит из матрицы FPGA с процессорами ARM, АЦП и ЦАП, все на одном чипе. Технология имеет более 16 нм 4200 срезов DSP; четыре процессора A53 ARM с тактовой частотой 1,5 ГГц; два процессора 600 МГц R5 ARM; восемь 4-ГГц, 12-разрядных АЦП; и восемь 6,4 ГГц, 14-битные ЦАП на устройство.</p> <p>Вышеуказанные характеристики современной SoC от Xilinx хорошо подходит для разработки цифровых блоков обработки нижнего уровня, которые включают в себя функции FFT/iFFT, добавления CP, PRACH и цифрового формирования луча. РЧ-интерфейс состоит из антенных элементов, полосовых фильтров, усилителей мощности, малошумящих усилителей, цифровых аналоговых преобразователей и аналоговых цифровых преобразователей. Цифровой интерфейс состоит из цифрового повышающего преобразователя, цифрового понижающего преобразователя, цифрового предискажения и уменьшения коэффициента амплитуды.</p> <p><i>Предпосылкой</i> к разработке данного проекта является имеющий опыт и ранее созданные радиопередающие устройства, алгоритмы кодирования, генераторы сложных нелинейных сигналов и другие цифровые устройства на ПЛИС, новые предложенные модели цифровых фильтров, которые более подробно будут рассмотрены в следующих разделах, многочисленные авторские свидетельства и патенты участников данного проекта по многодиапазонным антенным устройствам, системам информационной безопасности на основе ПЛИС, а также обработки больших данных с помощью нейронных сетей глубинного обучения и генераторов широкополосных сигналов</p>
Цель	Основной целью данного проекта является разработка радиомодулей 5G, которые состоят из RF усилителя, функции приема, фильтрации, преобразователей и других цифровых блоков, на основе современных высокопроизводительных систем на одном кристалле (RFSoc) с применением параллельных методов вычисления в программируемых логических интегральных схемах.
Задачи	Для достижения поставленной цели проекта ставятся следующие основные задачи: К первой задаче относится разработка алгоритма работы отдельного RU на основе FPGA Xilinx с возможностью дальнейшей интеграции с CU-DU.

	<p>Второй задачей является написание программ отдельных цифровых блоков радиомодуля 5G на языке Verilog HDL.</p> <p>Третьей задачей является тестирование алгоритма действия отдельных цифровых блоков радиомодуля в программной среде Verilog Testbench и оптимизация алгоритма за счет параллельных вычисления нескольких потоков информации.</p> <p>Четвертой задачей является отладка цифрового радиомодуля на современных системах на одном кристалле.</p> <p>Пятой задачей является тестирование законченного экспериментального образца цифрового радиомодуля 5G на SoC.</p> <p>Шестой задачей является анализ и тестирование быстродействия обмена и обработки данных, а также кодирования и хранения данных при интеграции промышленного образца с центральным модулем мобильной сети 5G.</p>
<p>Ожидаемые и достигнутые результаты</p>	<p>Полученные результаты и новизна: В данной работе был предложен кластерный маршрутизатор, выполняющий быстрое построение маршрута путем кластеризации сети на основе эксцентриситета, что обеспечивает автономность устройства в случае сбоев. Этот маршрутизатор, в отличие от других маршрутизаторов на основе алгоритма Дейкстры, строит маршрут сначала между кластерами, а затем между узлами сети, что позволяет существенно преуспеть в скорости передачи данных в технологиях 5G. Кроме того для разделения сети использовался разработанный нами алгоритм SIEA, которая имеет наиболее близкие к теоретическим результатам. Как известно, фрактальные сети имеют лучшую покрываемость и соединяемость, чем нефрактальные сети. Поэтому фрактальные сети типа UV-flower лучше подходит для построения топологии для 5G.</p> <p>Применение и эффективность: Разработанные радиомодули 5G на основе SoC и ПЛИС ориентированы на отечественное производство отдельных физических модулей телекоммуникационных систем.</p>
<p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p>	<p>Ибраимов Маргулан Касенович, PhD, Индекс Хирша – 4, ORCID: 0000-0002-8049-3911 Scopus Author ID: 57196373551</p> <p>Кожугулов Елдос, PhD, Индекс Хирша – 2, ORCID: 0000-0001-5714-832X, Scopus Author ID: 57192878535</p>
<p>Список публикаций со ссылками на них</p>	<p>Скабылов А., Ибраимов М., Жексебай Д., Кожугулов Е. ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ QPSK НА БАЗЕ ZYNQ И MATLAB //Вестник «Физико-математические науки». – 2022. – Т. 77. – №. 1. – С. 146-150. DOI:https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.20.</p>

	<p>Ibraimov M.K., Tynymbayev, S.T., Skabylov, A.A., Kozhagulov, Y., Zhexebay, D.M. Development and design of an FPGA-based encoder for NPN //Cogent Engineering. – 2022. – V. 9. – №. 1. – P. 2008847, Q2, CiteScore =68%. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189617696</p> <p>Akhtanov, S., Turlykozhaeva, D., Ussipov, N., Ibraimov M., Zhanabaev, Z.. Centre including eccentricity algorithm for complex networks //Electronics Letters. – 2022. – V. 58. – №. 7. – P. 283-285, Q2, CiteScore =55%. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189617696</p> <p>Zhanabaev Z., Akhtanov S., Turlykozhaeva D., Ussipov N., Ibraimov M. CLUSTER ROUTER BASED ON ECCENTRICITY //Eurasian Physical Technical Journal. – 2022. – V. 19. – №. 3 (41). – P. 84-90. CiteScore =25%. DOI 10.31489/2022No3/84-90</p> <p>Ибраимов М.К., Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М., Дәулетова А.Н., Файзрахман Ә.Қ. ZYNQ және MATLAB негізінде QPSK таратып-қабылдағышының бағдарламалық-ақпараттық іске асырылуы // «Бейсызық жүйелердегі хаос және құрылымдар. Теория және тәжірибе» XII Халықаралық ғылыми конференция материалдары, - Павлодар, 2022. - Б.172-178.</p> <p>Ахтанов С. Н., Ибраимов М. К., Турлыкожаева Д., Усіпов Н.М. Кластерная маршрутизация фрактальных сетей на основе эксцентриситета // Материалы XII Международной научной конференции «Хаос и структуры в нелинейных системах. теория и эксперимент», - Павлодар, 2022 - С. 213-219.</p>
Информация о патентах	<p>Патент 2022/0471.2. Кластерный маршрутизатор на основе эксцентриситета / Ахтанов С.Н, Турлыкожаева Д.А, Усіпов Н.М, Ибраимов М.К.; заявитель и патентообладатель Ахтанов С.Н, Турлыкожаева Д.А, Усіпов Н.М, Ибраимов М.К.; 05.08.2019, Бюлл. №31</p>

