



ЭКСПОНЕНТА

**Российский комплекс
для имитации фона-целевой
обстановки в режиме
реального времени**

Важность полунаатурного тестирования радиолокационных систем

Радиолокационные системы (РЛС) применяются в различных областях, в частности, для воздушного наблюдения, в оборонных и космических системах, точной радионавигации. Современные радары должны не только удовлетворять требованиям по высокой помехоустойчивости, но и следовать когнитивным принципам, а, значит, быть адаптивными ко внешней среде.

Из-за этого существенно увеличивается сложность и стоимость изделия и, как следствие, резко повышаются риски при проведении полевых испытаний. Кроме того, не всегда удается отладить оборудование при различной физико-целевой обстановке (ФЦО).

Таким образом, выявление проблем РЛС до проведения натурных испытаний становится крайне важной задачей. Решение задачи – это комплекс полунаатурного моделирования, который позволяет провести серию испытаний на уровне системы при разнообразной ФЦО, чтобы отладить работу РЛС до практического развертывания.

Требования к полунаатурному тестированию современных РЛС:

- Широкополосность радиолокационных сигналов
- Многофункциональное тестирование алгоритмов цифровой части системы
- Многоканальная имитация сигналов
- Генерация откликов целей с учетом помеховой обстановки в реальном времени

Сценарии применения полунаатурного тестирования современных РЛС

Компонентные и комплексные испытания модулей передатчика/приемника

Функциональное и параметрическое тестирование антенны и диаграммы направленности

Тестирование системы в замкнутом цикле

Тестирование механических элементов РЛС

Системное тестирование на воздействие различных видов помех

Обучение оператора



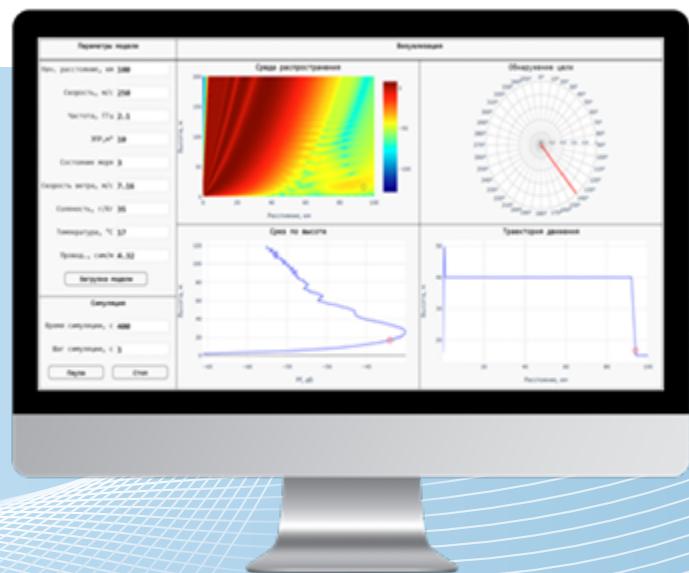
Полунатурное тестирование РЛС с помощью имитатора ФЦО

Имитатор ФЦО строится на основе российского комплекса полунатурного моделирования (КПМ) РИТМ.

Имитатор ФЦО состоит из двух основных модулей:

01

Модуль управления



02

Вычислительный
модуль



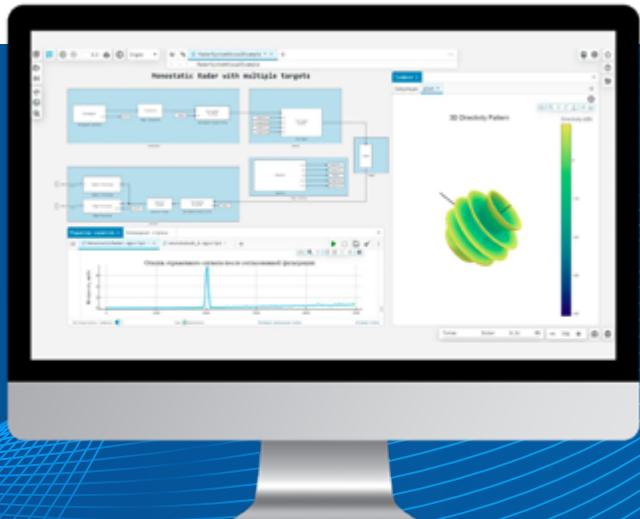
01 Модуль управления

Модуль управления позволяет задавать основные параметры модели и сценарии испытания. Предусмотрено три варианта использования:

 **Формирование параметров модели**

 **Загрузка и просмотр заранее рассчитанного сценария**

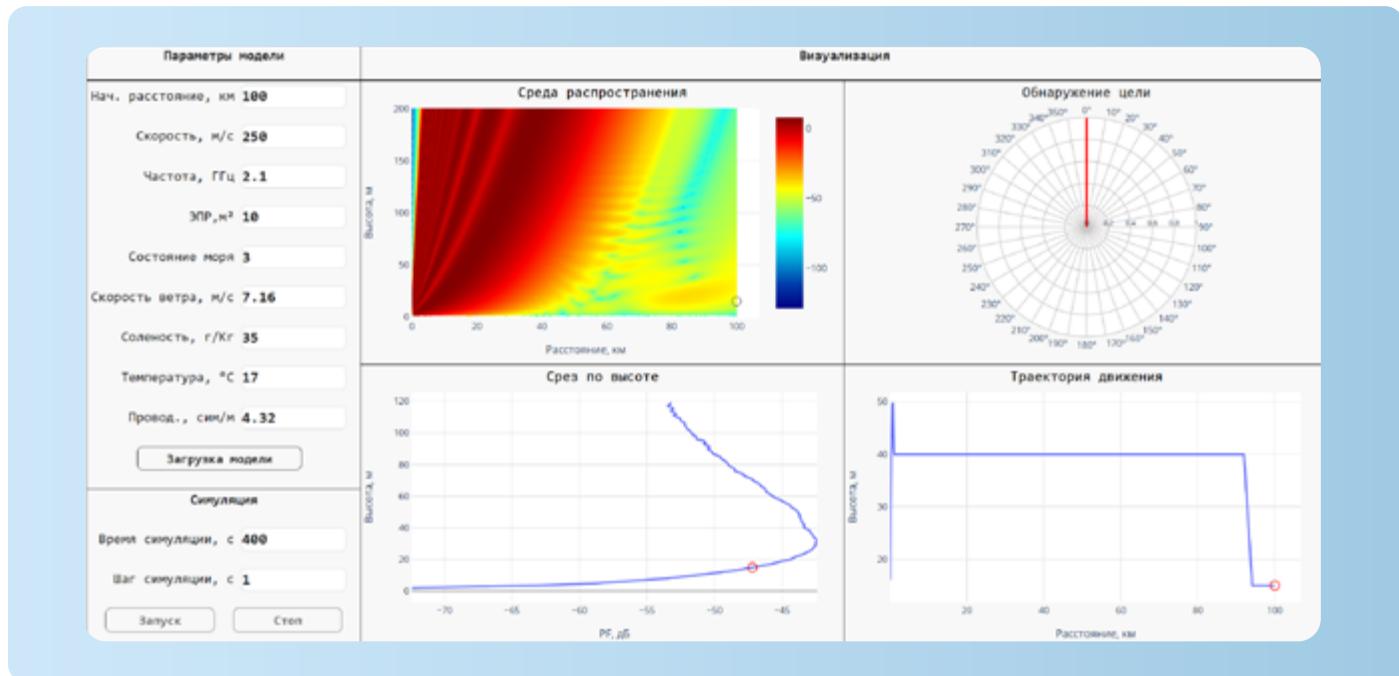
 **Отображение результатов работы в режиме реального времени**



 **Формирование параметров модели**

На основе специального программного обеспечения задаются основные параметры инициализации модели:

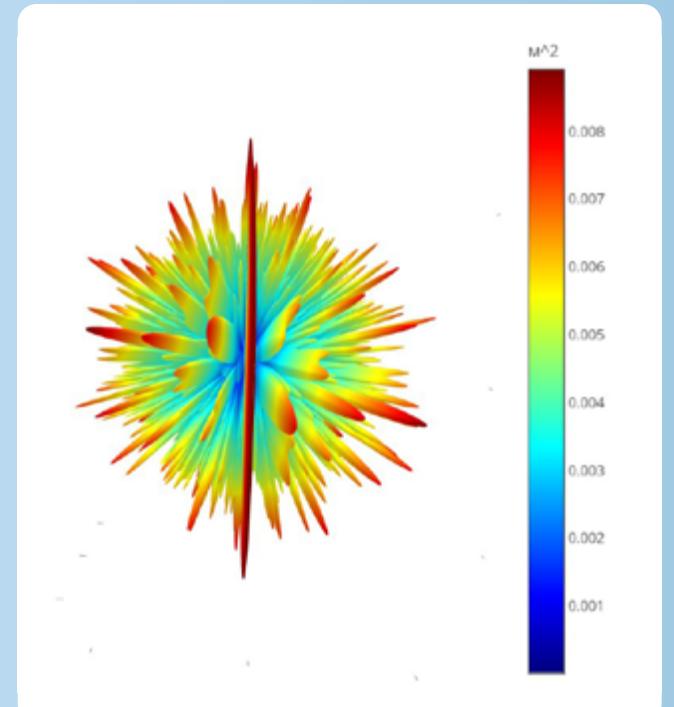
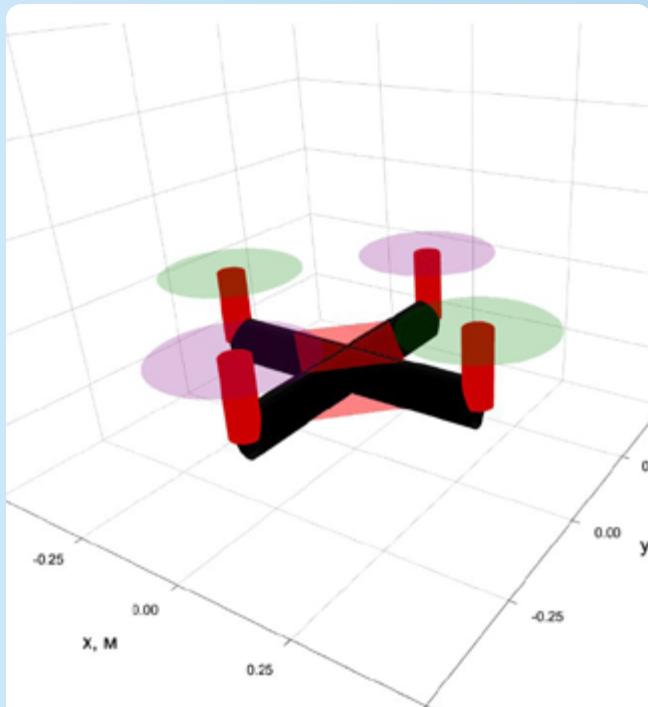
- тип сигнала (модуляция)
- длительность и период следования
- мощность
- несущая частота
- параметры среды распространения и цели



Загрузка и просмотр заранее рассчитанного сценария

Этот режим работы позволяет загрузить заранее просчитанный сценарий с учетом особенностей РЛС и ФЦО, например:

- более детально учтены особенности распространения радиоволн (интерференция, дифракция, рефракция)
- учитывается рельеф реальной местности, где будет располагаться РЛС
- детально рассчитываются конструктивные особенности целей, а также их сценарий движения
- сложная помеховая обстановка



Моделирование геометрии квадрокоптера и диаграммы обратного рассеяния



Отображение результатов работы в режиме реального времени

Этот режим позволяет получать обратные сигналы от вычислительного модуля цифровой обработки для отображения сигналов или поведения объекта в реальном времени.



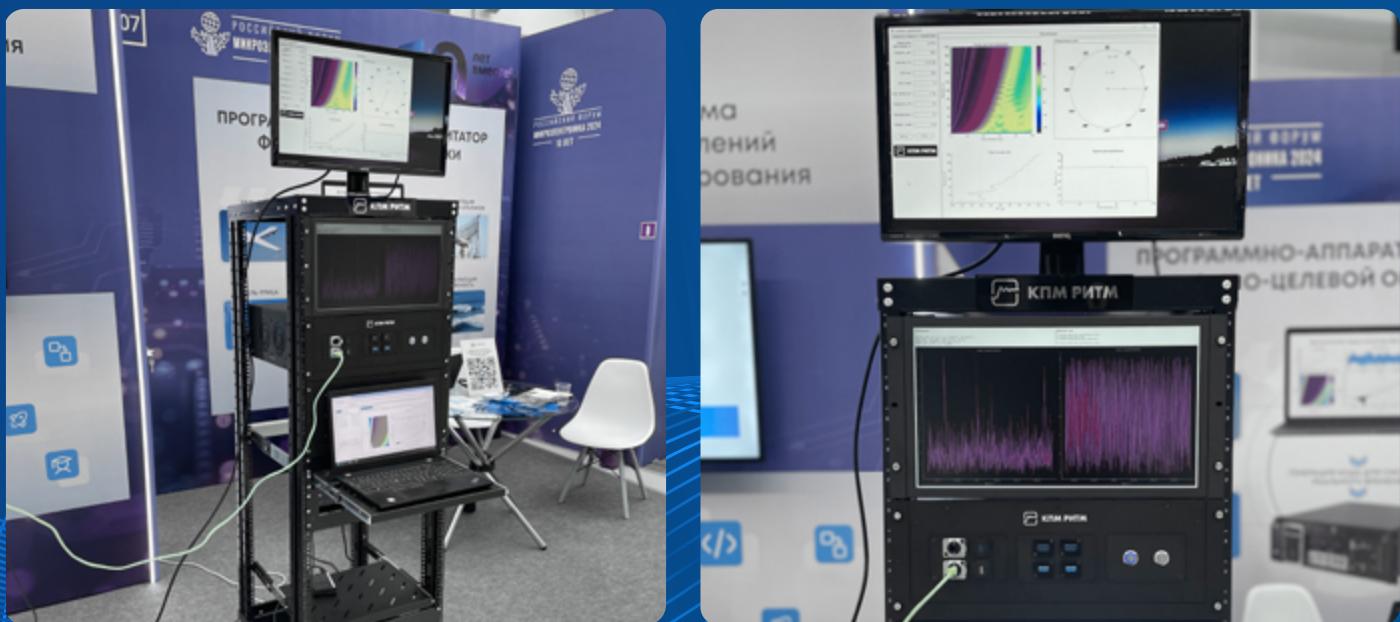
Все режимы работы могут быть отдельно разработаны под заданный тип РЛС и требуемые сценарии ФЦО.

Вычислительный модуль обеспечивает моделирование сценариев, заданных модулем управления. Представляет собой вычислительный кластер, базирующийся на комплексе полунатурного моделирования КПМ РИТМ.



Интеграция моделей и алгоритмов в КПМ РИТМ для имитации фона-целевой обстановки и полунатурного тестирования узлов РЛС радиоаппаратуры

КПМ «РИТМ» – это программно-аппаратное решение, предоставляющее возможности отладки алгоритмов и систем в реальном времени.



Применяемые технологии



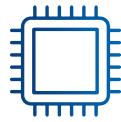
Моделирование радиолокационной среды и динамики полета цели

Высокопроизводительные многоядерные процессоры позволяют имитировать распространение радиоволн и разнообразные сценарии полета динамических объектов (самолет, вертолет, ракеты, БПЛА).



Тестирование оборудования в замкнутом контуре

Тестирование РЛС от разработки алгоритма до финальных этапов эффективно заменяет дорогостоящие полевые испытания, которые к тому же требуется проводить в постоянно меняющихся условиях.



ПЛИС

Высокопроизводительные программируемые логические интегральные схемы позволяют имитировать разнообразные физические процессы в узлах радиолокационной системы.

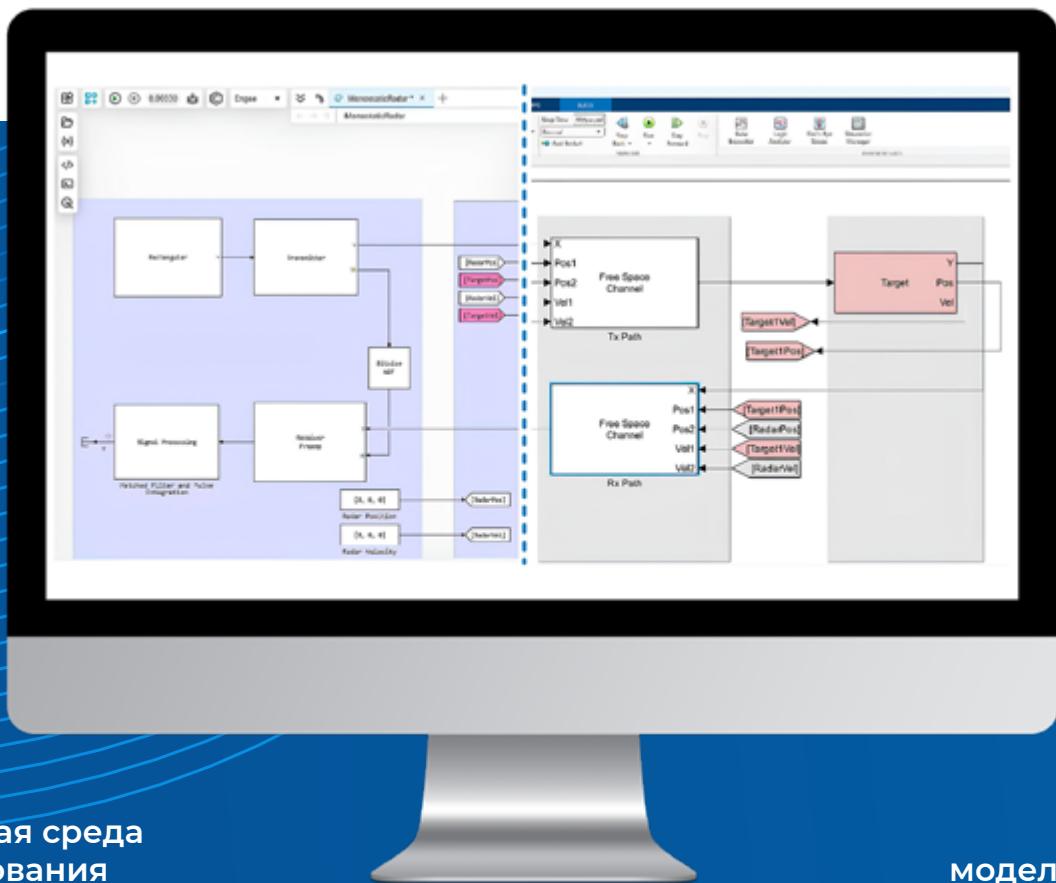


Кластеризация

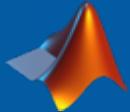
Возможность объединения двух и более КПМ РИТМ в единый вычислительный кластер через мультигигабитный Ethernet для моделирования многоузловых радиотехнических систем.

02 Вычислительный модуль

Сценарии испытания моделируются с помощью российской инженерной платформы Engee и MATLAB/Simulink.



Российская среда
моделирования
Engee



Среда
моделирования
MATLAB/Simulink



Моделирование
радиолокационных систем

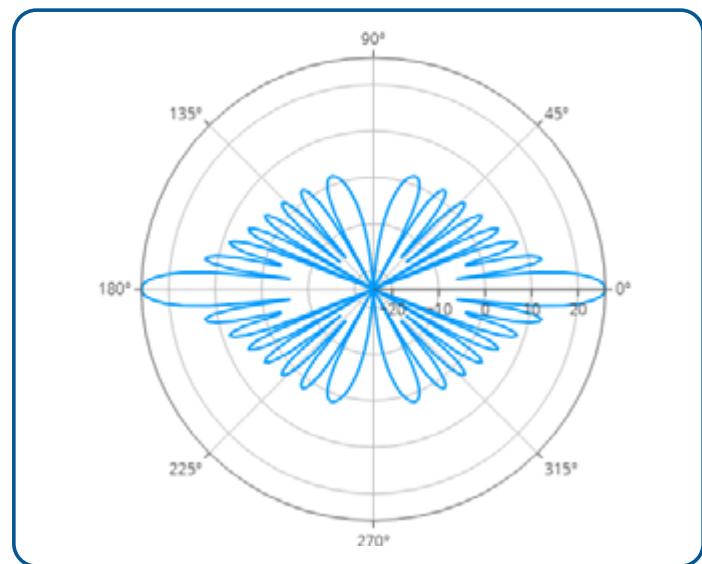
Верификационные библиотечные компоненты для моделирования радиотехнических систем:

- Генерация сигналов
- Формирование луча
- Обнаружение целей
- Оценка направления прихода сигнала
- Пространственно-временная адаптивная обработка

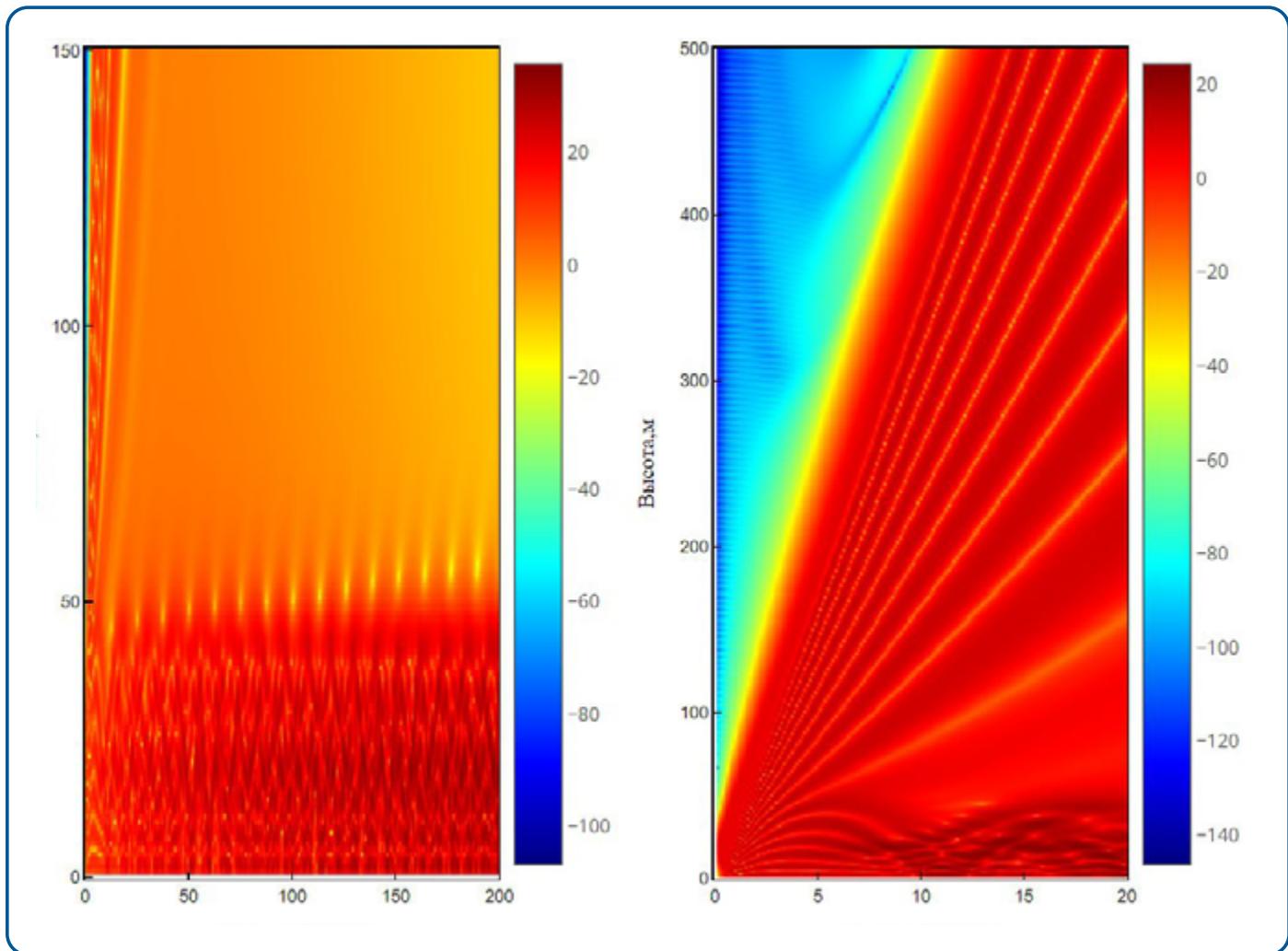
02

Вычислительный модуль

Моделирование фазированных антенных решеток



Моделирование распространения радиоволн



Имеет встраиваемую многоканальную плату, осуществляющую перенос спектра сигнала на несущую частоту.

Технические характеристики

Процессор Производительный центральный процессор	<ul style="list-style-type: none"> До 12 ядер Изолированные ядра под приложение реального времени
ЦАП и АЦП Гибко настраиваемые аналоговые входы и выходы	<ul style="list-style-type: none"> Диапазон напряжений: ± 10 В Разрядность: 16 бит Одновременная установка и считывание по всем каналам
ПЛИС Специализированные цифровые интерфейсы на базе ПЛИС	<ul style="list-style-type: none"> Современная производительная ПЛИС FMC-модули расширения: цифровые, аналоговые, оптические Поддержка каналов Fibre Channel (Aurora 8b10b, FC-AE-ASM)
Диапазон радиочастот	L, S, C
Полоса сигнала	<ul style="list-style-type: none"> При одном канале составляет < 3 ГГц При двух каналах составляет < 1,5 ГГц
Ethernet Поддержка Raw Ethernet, TCP/IP, UDP	<ul style="list-style-type: none"> Поддержка оптики и витой пары Скорость передачи данных до 25 Гбит/с Real-Time Ethernet
Интерфейсы на базе ПЛИС Поддержка цифровых интерфейсов	<ul style="list-style-type: none"> I2C SPI DMA и PCI Express
Число каналов <ul style="list-style-type: none"> по умолчанию расширение 	<ul style="list-style-type: none"> 1-2 канала на передачу и 1-2 канала на прием Количество каналов может быть расширено путем наращивания РЧ-модулей

Сценарии использования



Тестирование в замкнутом контуре

В результате такого сценария тестируемое устройство (блок или ячейка) встраивается в замкнутую систему с КПМ РИТМ, который имитирует натурные сценарии на основе математических моделей в режиме реального времени.

Стенд для испытаний составных частей РЛС показан ниже. Модуль управления передает параметры модели имитатору радара.

Имитатор радара генерирует РЧ-сигнал на основе параметров модели и передает его тестируемому устройству. Тестируемое устройство реагирует на входной РЧ-сигнал в виде команд управления, которые, в свою очередь, возвращаются в модуль управления, что замыкает цикл.



Сценарии использования:

- Тестирование в замкнутом цикле
- Тестирование механических частей РЛС
- Обучение оператора

Области применения



Беспилотный транспорт



Бортовые радары



Системы безопасности

Сценарии использования



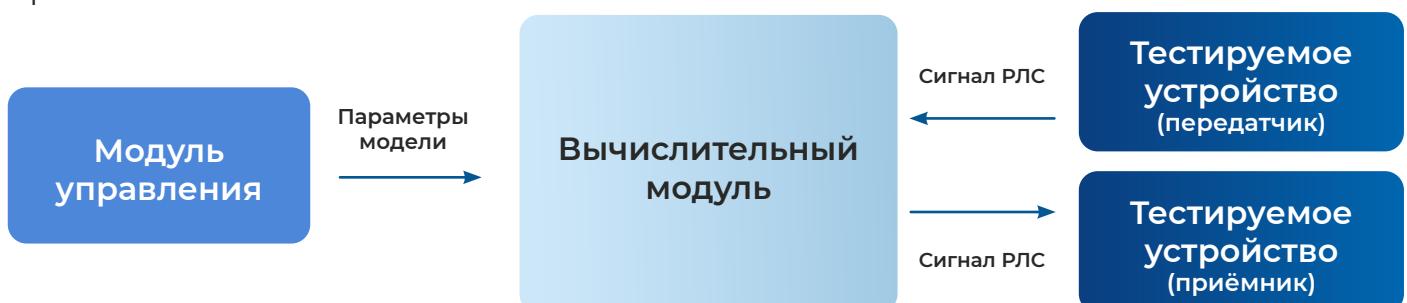
Тестирование в открытом контуре

Для имитации очень длинных сценариев, а также при отсутствии обратной связи применяют тестирование в открытом контуре.

Сценарий работы представлен ниже. При таком сценарии тестируемое устройство представляет собой приёмник, а в качестве генератора сигнала, а также среды распространения и цели выступает имитатор ФЦО.



Возможен и другой сценарий применения: в качестве тестируемых узлов выступает передатчик и приёмник, тогда на вход имитатор получает реальный сигнал передатчика, преобразует его в соответствии со сценарием ФЦО и передает на приёмник.



Сценарии использования:

- Компонентные и комплексные испытания модулей передатчика/приёмника
- Функциональное и параметрическое тестирование антенны и диаграммы направленности
- Системное тестирование на воздействие различных видов помех
- Обучение оператора

Области применения



Оборонно-промышленный комплекс (ОПК)



Многофункциональные РЛС



Антенны и антенные решётки

КОНТАКТЫ

✉ info@exponenta.ru

📞 +7 (495) 009 65 85

🌐 exponenta.ru



117418 г. Москва,
Нахимовский проспект, 51