



ЭКСПОНЕНТА

Цифровая обработка сигналов

В среде технических
расчётов и динамического
моделирования Engee

Разработка алгоритмов ЦОС

Engee предоставляет разработчикам широкие возможности по созданию алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС) в среде технических расчётов. Интерактивные скрипты позволяют быстро анализировать сигналы и разрабатывать прототипы алгоритмов обработки с применением готовых функций и системных объектов, а специализированные приложения с графическим интерфейсом упрощают выполнение типичных задач таких, как предобработка сигнала, визуализация во временной и частотной областях, разработка цифрового фильтра.

Подключаемые библиотеки позволяют осуществлять частотно-временные преобразования, синтез коэффициентов и анализ характеристик цифровых фильтров, корреляцию, статистические подсчёты и поиск паттернов в сигнале, вейвлет-преобразования и другие функции, необходимые для ЦОС.

Ключевые возможности:



Импорт и генерация сигналов



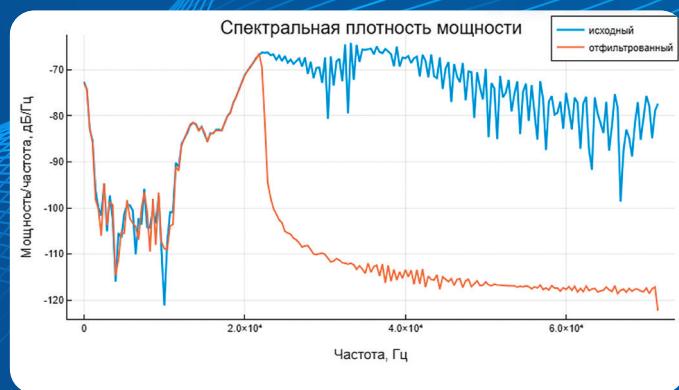
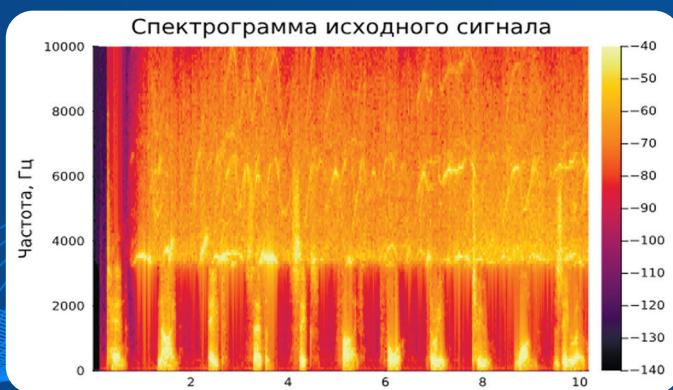
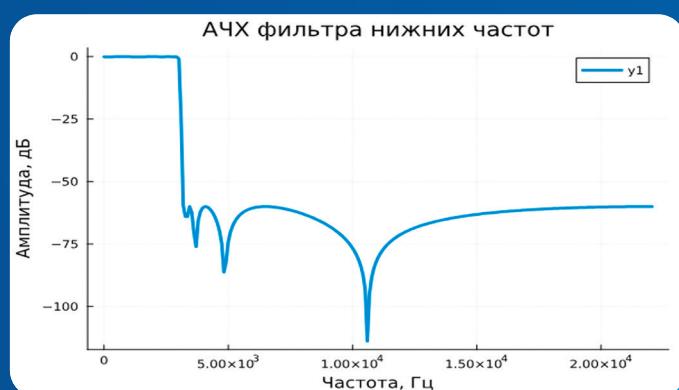
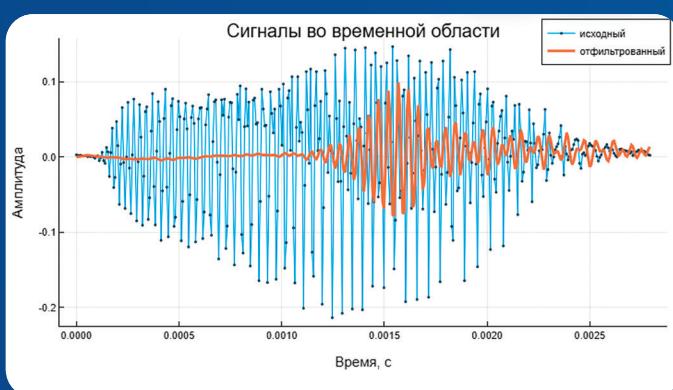
Анализ и визуализация сигналов во временной области



Спектральный анализ



Цифровая фильтрация

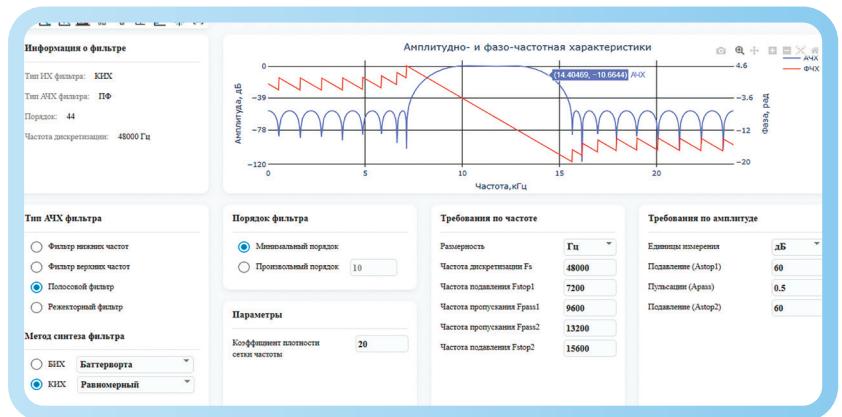


Приложения и системные объекты

Интерактивное приложение «Редактор цифровых фильтров»

Функционал:

- КИХ или БИХ
- Порядок фильтра
- Частотная спецификация
- Амплитудная спецификация
- Сводная информация
- Экспорт коэффициентов
- Генерация модели
- Отклик – ФНЧ, ФВЧ, полосовой, режекторный и т.п.
- Характеристики – АЧХ, ФЧХ, импульсная и проч.



Системные объекты библиотеки EngeeDSP

Системные объекты – это программные конструкции, позволяющие разрабатывать прототипы алгоритмов и систем потоковой генерации, обработки и визуализации сигналов. Применение системных объектов избавляет инженера от решения низкоуровневых вопросов типа буферизации потока входящего сигнала или выделения памяти для обработанных данных.

Библиотека EngeeDSP:

- Более 100 системных объектов и вспомогательных функций ЦОС – источники, фильтры, преобразования
- Разработка прототипов систем потоковой обработки сигналов в среде технических расчётов
- Интеграция с библиотеками EngeePhased и EngeeComms

```
SPFunctions
)etrend
Discrete_Transfer_Function_Estimator
EngeeFFTshift
ForwardSubstitution
.DLf
.EvinsonDurbin
IWDSPCG_FFT_Db1Sig_R2BR_Z
IWDSPCG_FFT_Interleave_D
```

```
DescreteFIRFilter
Discrete_Filter
EngeeFFT
FFT_TwiddleTable
LDLFactorization
LUFactorization
MathFunction
MatrixExponential
Median
```

```
rectangular = EngeePhased.RectangularWaveform(
    SampleRate = paramRadar.fs, # Символьная скорость
    DurationSpecification = "Pulse width", # Метод
    PulseWidth = 1/paramRadar.pulseBw, # Ширина импульса
    PRF = paramRadar.prf,
    FrequencyOffset = 0, # Смещение частоты
    OutputFormat = "Pulses", # Выходной формат
    NumPulses = 1, # Число импульсов
    PRFOutputPort = false, # Выходной порт PRF
    CoefficientsOutputPort = false
    # Порт вывода коэффициентов
```

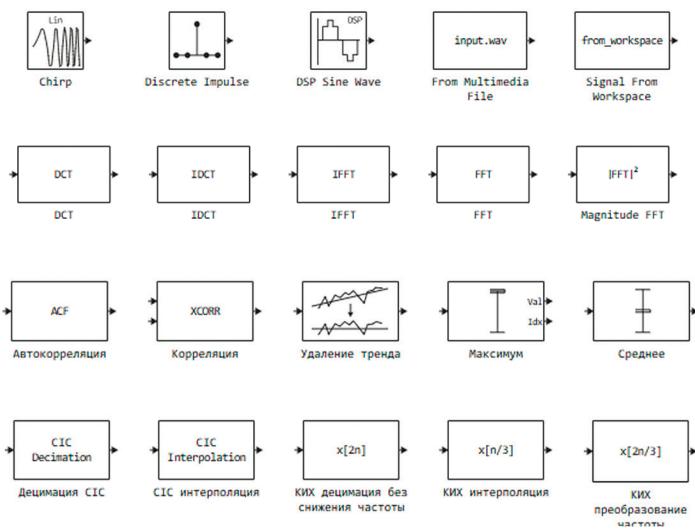
Моделирование систем ЦОС

В среде Engee можно собирать модели систем ЦОС в виде схем из базовых и специализированных блоков, а также осуществлять динамическую симуляцию. Пользователю доступны более 100 решателей для того, чтобы считать не только дискретные модели, но и проводить мультидоменные симуляции взаимодействия цифровых алгоритмов с непрерывными физическими сигналами.

Графическое моделирование даёт возможность отображать на холсте архитектуру системы, подсвечивать частоты дискретизации, типы данных и размерности сигналов. А тесная интеграция со средой технических расчётов позволяет автоматизировать запуск виртуальных экспериментов с различными параметрами и логировать результаты тестирования.

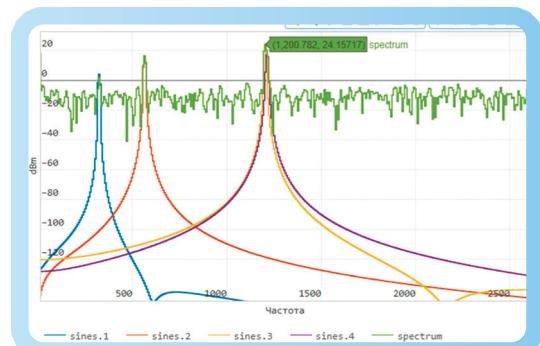
Более 250 блоков:

- Генераторы сигналов
- Преобразования
- Статистика
- Цифровые фильтры
- Многоскоростные фильтры
- Адаптивные фильтры
- Системы связи
- Радары



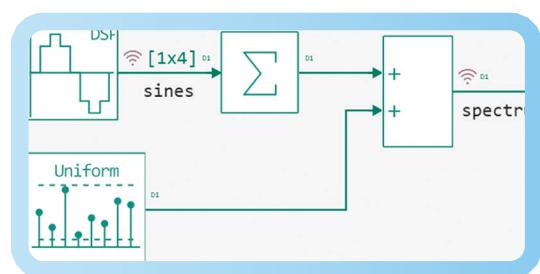
Спектральный анализ

Потоковая визуализация спектра сигналов в окне «Графики» с возможностью настройки разрешения по частоте, метода оценки спектра, алгоритма осреднения и стиля отображения.



Векторизация

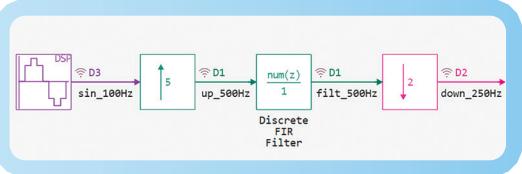
Возможность генерации многоканальных сигналов или кадров отсчётов сигнала во времени, их одновременной обработки и визуализации (ключевая возможность для моделирования систем обработки буферизованных данных, систем связи или РЛС).



Моделирование систем ЦОС

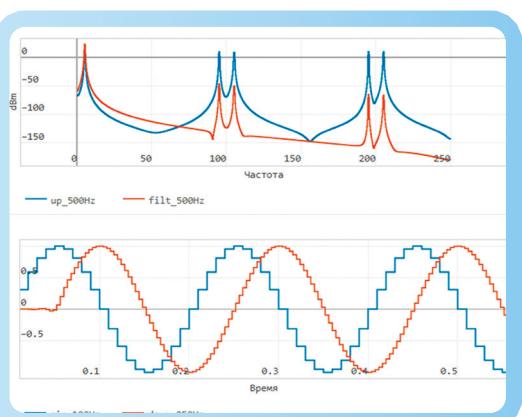
Цифровые фильтры

Блоки фильтров типичных откликов (ФНЧ, ФВЧ, полосовые) или произвольные КИХ- и БИХ-фильтры. Экспорт коэффициентов из приложения «Редактор цифровых фильтров». Реализация различных структур фильтров из базовых математических блоков.



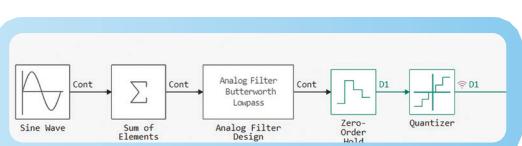
Многоскоростная обработка

Возможность моделировать дискретные системы с различными частотами дискретизации, в том числе цепи, изменяющие частоту дискретизации, – дециматоры, интерполяторы, дробные преобразователи.

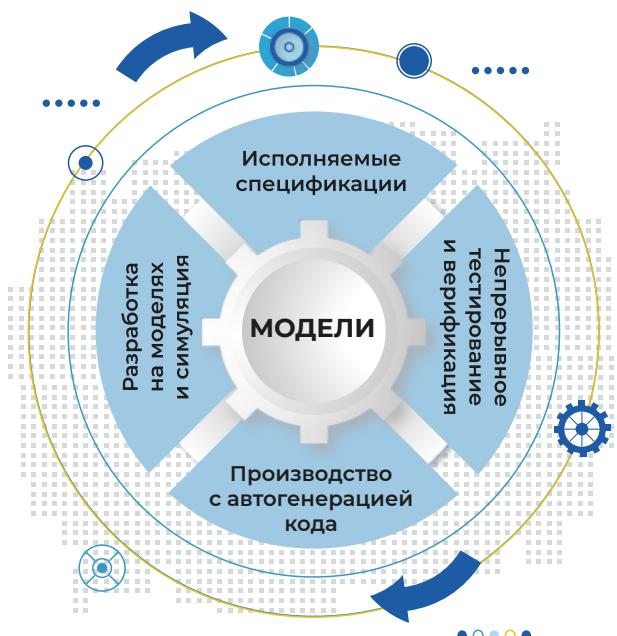


Модели со смешанными сигналами

Непрерывные и дискретные сигналы в рамках одной модели – моделирование ЦАП и АЦП.



Модельно-ориентированное проектирование



Возможности совмещать технические расчёты, динамическое моделирование, автоматизацию тестов и техники DevOps в рамках одной среды является основой применения концепции модельно-ориентированного проектирования (МОП) при разработке сложных технических систем.

Ключевые принципы концепции:

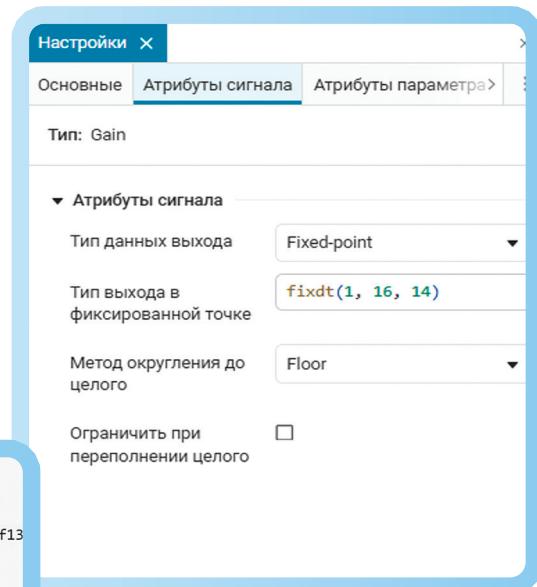
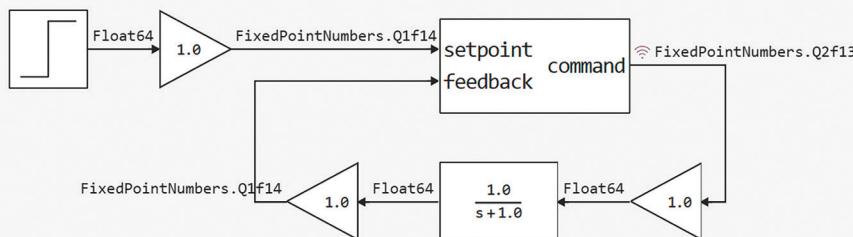
- Модель как ТЗ и основа разработки
- Всеобъемлющее моделирование и виртуальные эксперименты
- Непрерывное тестирование и верификация
- Автоматическая генерация кода

Среда Engée является лучшей альтернативой импортного ПО для МОП при создании продвинутых систем ЦОС, в том числе систем беспроводной связи современных стандартов, систем радиолокации и радионавигации.

Генерация исполняемого кода

Арифметика с фиксированной точкой

Среда моделирования Engee поддерживает вычисления в арифметике с фиксированной точкой для отработки поведения алгоритмов ЦОС на целевых вычислителях и оптимизации их с точки зрения потребляемых ресурсов и быстродействия.

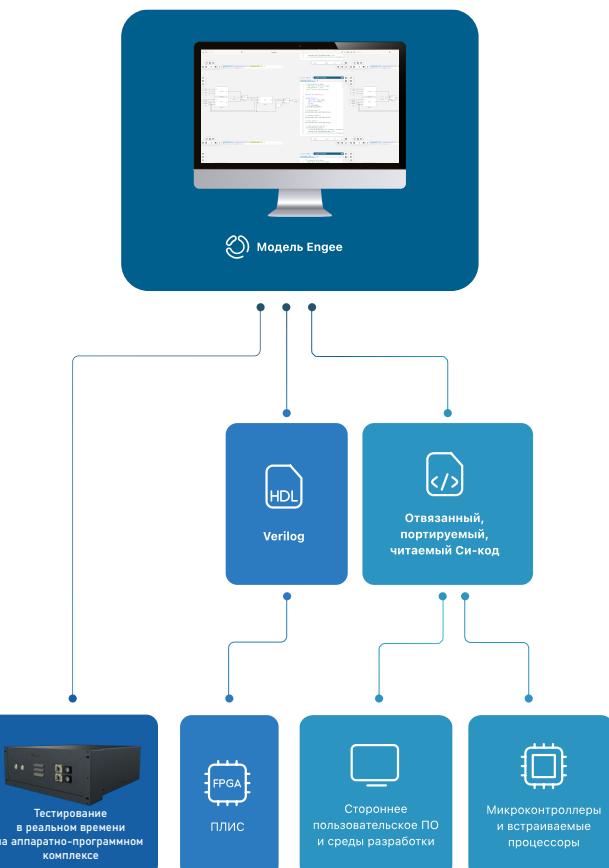


Автоматическая генерация кода

- С-код для микроконтроллеров и микропроцессоров
- Verilog-код для ПЛИС

```
// Generated by Engee 1.02.0
module pid_fixed_SubSystem(
    input      clock,
    input      reset,
    input [15:0] io_setpoint,
    input      io_feedback,
    output [15:0] io_command
);

reg [15:0] UnitDelay_state;
wire [15:0] _Add_T = io_setpoint - io_feedback;
wire [28:0] _Gain_2_new_T_1 = {{13{_Add_T[15]}}, _Add_T} * 29'hA4;
wire [29:0] _Gain_new_T_1 = {{14{_Add_T[15]}}, _Add_T} * 30'h6000;
wire [15:0] _Add_1_T = {_Gain_2_new_T_1[28:14], 1'h0} + UnitDelay_state;
wire [16:0] _Add_2_T = {_Gain_new_T_1[29:14], 1'h0} + {_Add_1_T[15]}, _Add_1
always @(posedge clock) begin
    if (reset)
        UnitDelay_state <= 16'h0;
    else
        UnitDelay_state <= _Add_1_T;
end // always @(posedge)
assign io_command = _Add_2_T[16:1];
```



Связь с оборудованием

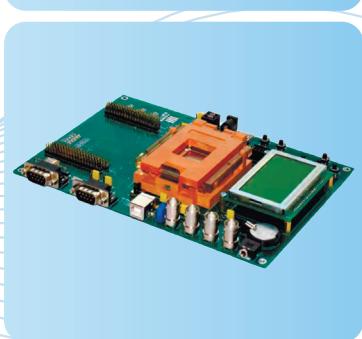
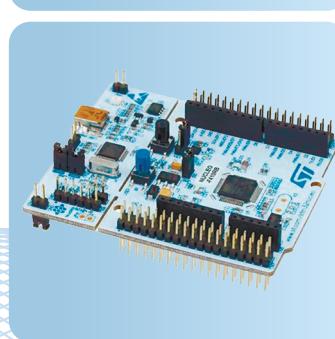
Поддержка кристаллов

- ARM
- TI
- Байкал
- Эльбрус
- Элвис
- Микрон
- Миландр



Поддержка отладочных плат

- Arduino
- Raspberry Pi
- STM32
- МИК32
- Пользовательские



Интеграция с аппаратно-программными комплексами

Бесшовная интеграция с аппаратно-программными комплексами моделирования позволяет запускать модели цифровых систем на встраиваемых вычислителях в режиме жёсткого реального времени.

Комплексы поддерживают подключение внешних устройств по различным цифровым и аналоговым интерфейсам, многоканальный захват данных, генерацию ВЧ-сигналов и прочие возможности, позволяющие заниматься быстрым прототипированием современных устройств ЦОС.

- Многоканальный захват и обработка сигналов
- Программно-определенное радио (SDR)
- Имитатор фона-целевой обстановки (ФЦО)





КОНТАКТЫ

✉ info@exponenta.ru

📞 +7 (495) 009 65 85

🌐 exponenta.ru



117418 г. Москва,
Нахимовский проспект, 51