

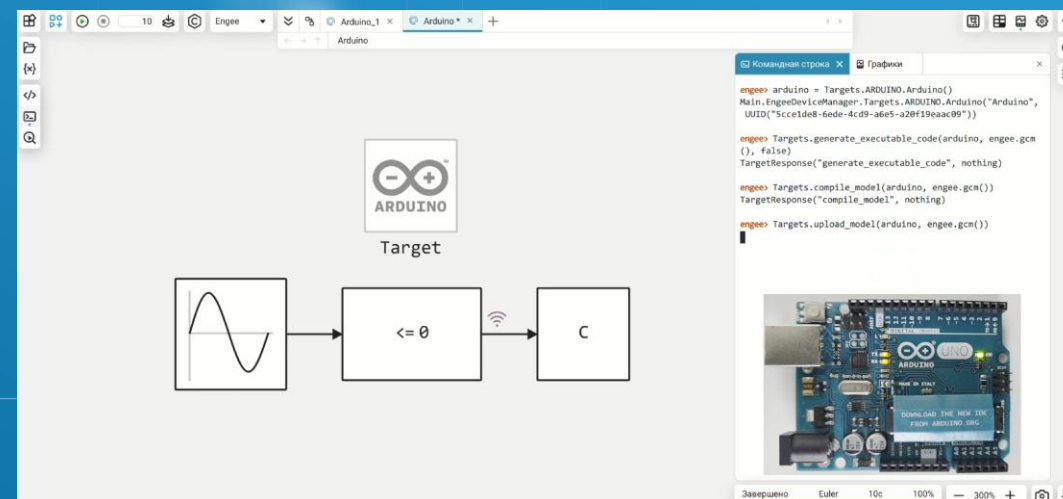


ЭКСПОНЕНТА
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ



ENGEE: Пакет поддержки встраиваемых систем

27 ноября 2025



КТН, инженер
Алексей Евсеев



План вебинара



1. Моделирование и встраиваемые системы



2. Таргетирование в Engae



3. Инструменты пакета поддержки



4. Таргетирование в примерах



5. Открытый механизм поддержки пользовательских устройств



6. Планы, перспективы

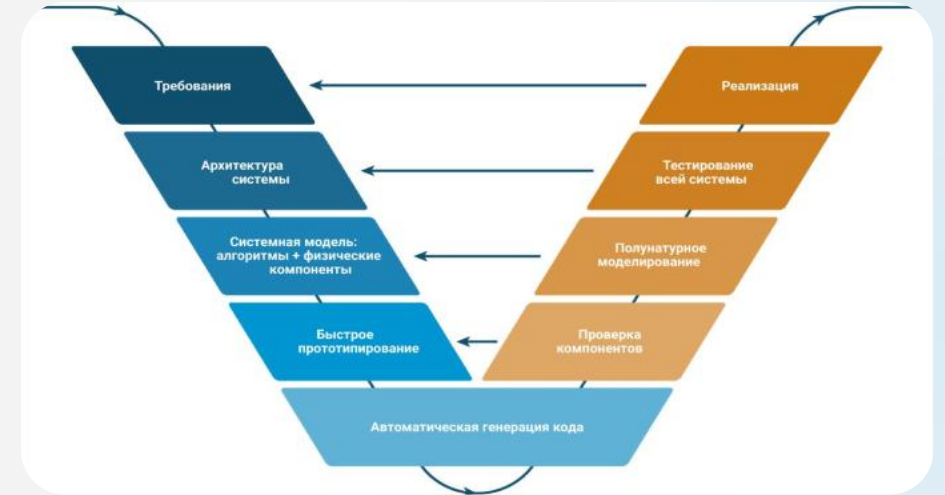
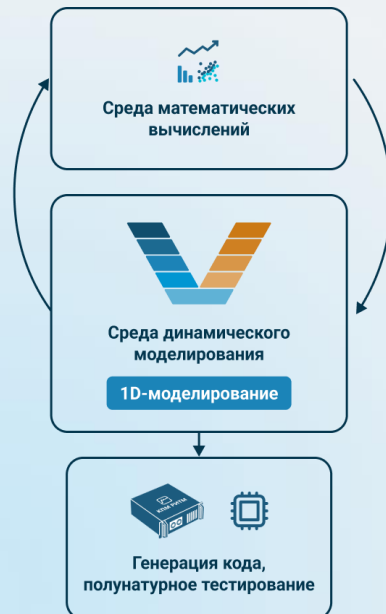


1. Моделирование и встраиваемые системы



Преимущества **модельно-ориентированного проектирования** (МОП):

- тестирование на каждом этапе,
- автоматизация тестирования,
- единый «источник правды» проекта - модель,
- автоматизация переходов между этапами.



V-цикл МОП

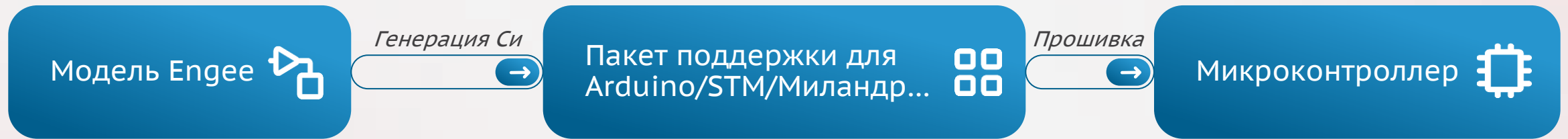
Engage – российская платформа для разработки сложных технических систем и алгоритмов с использованием МОП. Она воплощает в себе:

- технические вычисления,
- динамическое (1-D, физическое, системное) моделирование,
- автоматическую генерацию кода,
- поддержку полунатурного моделирования.

2. Таргетирование в Engee



Таргет или **пакет поддержки для встраиваемых систем** в Engee – это механизм перехода от модели к «железу». Он позволяет быстро и надёжно встроить алгоритмы управления в целевое устройство. Реализован с использованием платформы **Engee.Интеграции**.



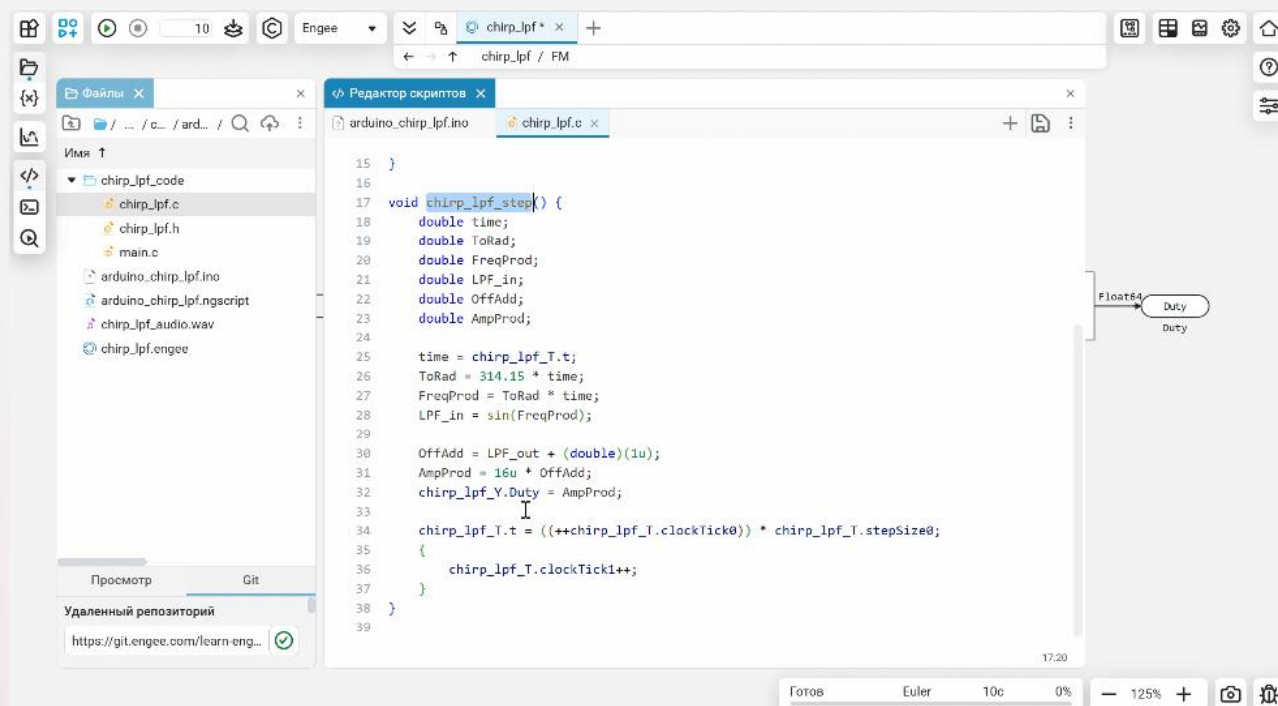
Плюсы использования:

- экономия время,
- снижение порога входа для алгоритмистов,
- проверка корректности работы кода на целевых устройствах.

Реализованные сценарии таргетирования:

- экспорт алгоритма,
- блоки периферии,
- независимое выполнение,
- интерактивное выполнение.

Сценарий 1: Экспорт алгоритма



Основные шаги:

1. Сборка модели из поддерживаемых для генерации кода блоков.
2. Генерация кода.
3. Software-in-the-Loop (SiL) тестирование (опционально).
4. Подключение полученного кода в пользовательский проект по внешней IDE.
5. Интеграция кода алгоритма и кода периферии вручную.

Подходит для тех, кто:

- имеет готовый embedded-проект в сторонней IDE;
- готов каждую итерацию развития модели работать с кодом C/C++;
- использует Engage только для разработки алгоритма.

ПОГРУЖЕНИЕ В ENGAGE:



ПОГРУЖЕНИЕ В КОД:



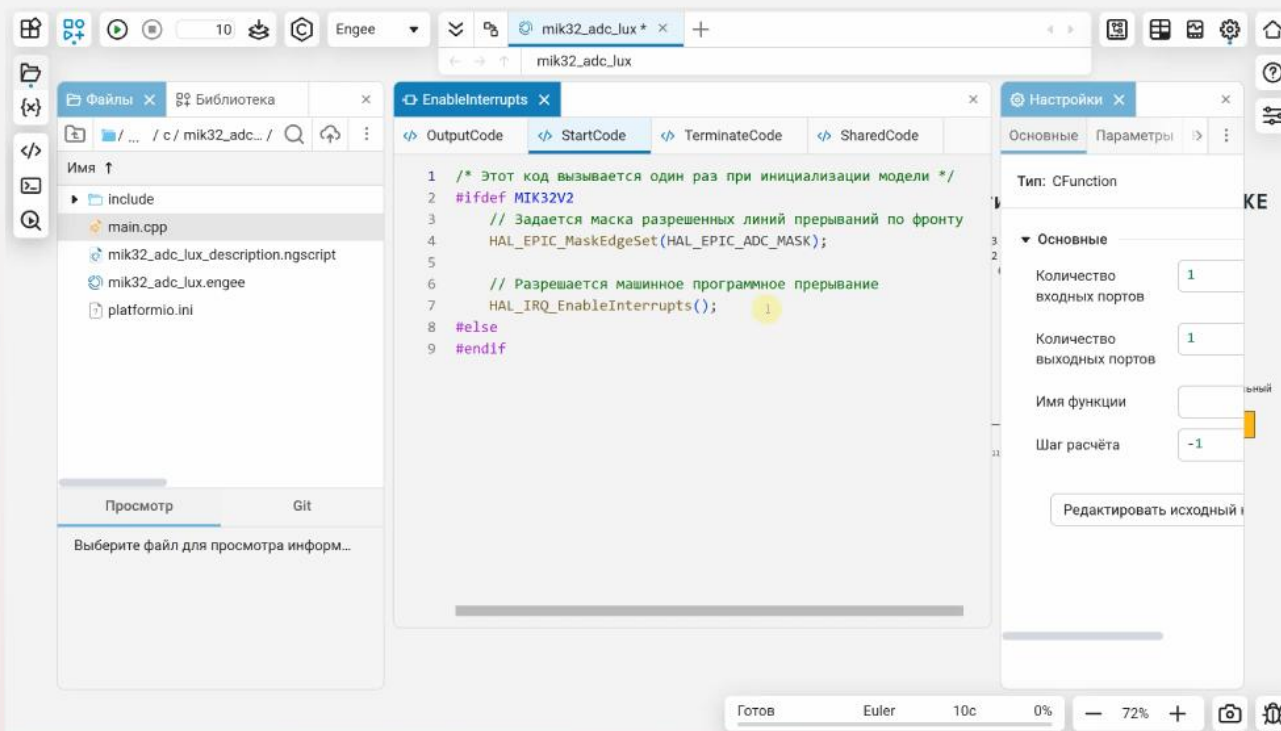
АВТОМАТИЗАЦИЯ:



ПОРОГ ВХОДА В ПРОЕКТ:



Сценарий 2: Блоки периферии



Подходит для тех, кто:

- использует свой toolchain встраивания кода C;
- не планирует на каждой итерации редактировать код периферии;
- хочет автоматизировать интеграцию кода алгоритма из Engage с кодом периферии.

Основные шаги:

1. Сборка модели из поддерживаемых для генерации кода блоков.
2. Перенос кода периферии в блоки C-функции, интеграция в модели.
3. Генерация кода.
4. Software-in-the-Loop (SiL) тестирование (опционально).
5. Подключение полученного кода в пользовательский проект во внешней IDE.

ПОГРУЖЕНИЕ В ENGAGE:



ПОГРУЖЕНИЕ В КОД:



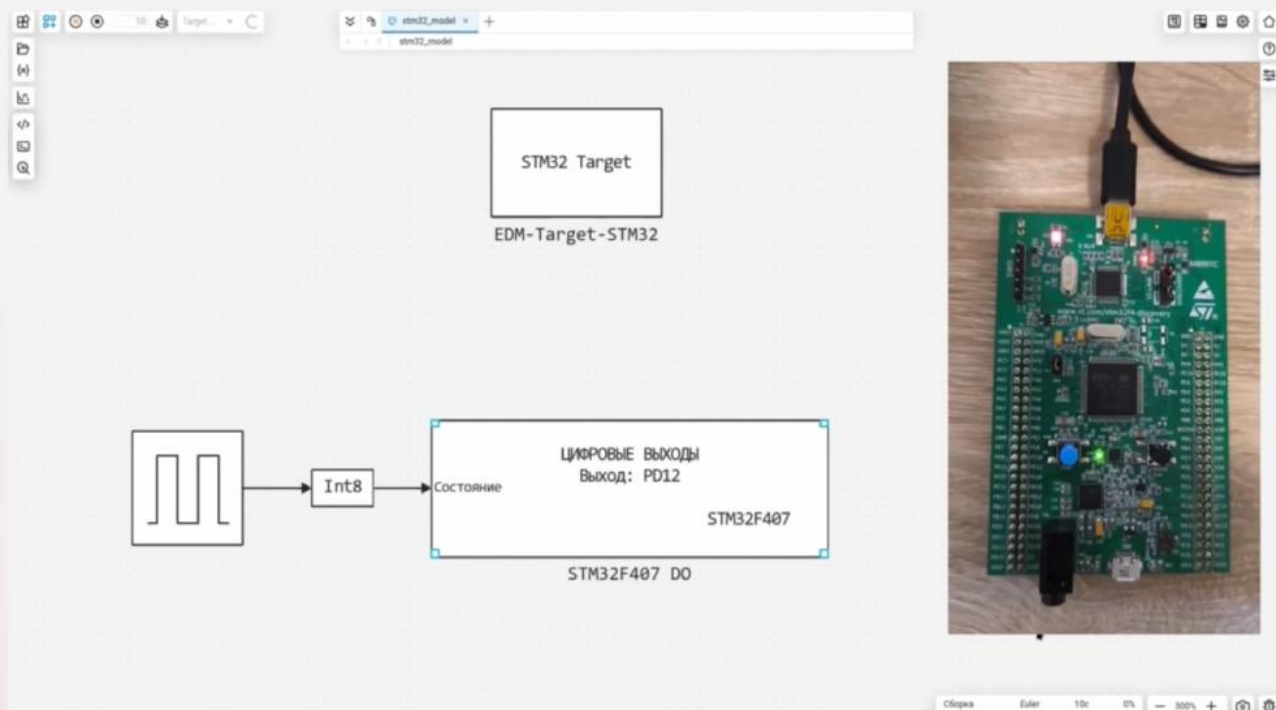
АВТОМАТИЗАЦИЯ:



ПОРОГ ВХОДА В ПРОЕКТ:



Сценарий 3: Независимое выполнение



Подходит для тех, кто:

- не хочет/не может погружаться в код;
- готов полностью перенести разработку в Engage;
- завершил разработку модели и автоматизирует программирование целевых устройств.

Основные шаги:

1. Сборка модели из поддерживаемых для генерации кода блоков.
2. Подготовка платформы Engage.Интеграции.
3. Добавление блоков из пакета поддержки.
4. Переключение среды исполнения модели.
5. Прошивка контроллера по одной кнопке.

ПОГРУЖЕНИЕ В ENGEE:



ПОГРУЖЕНИЕ В КОД:



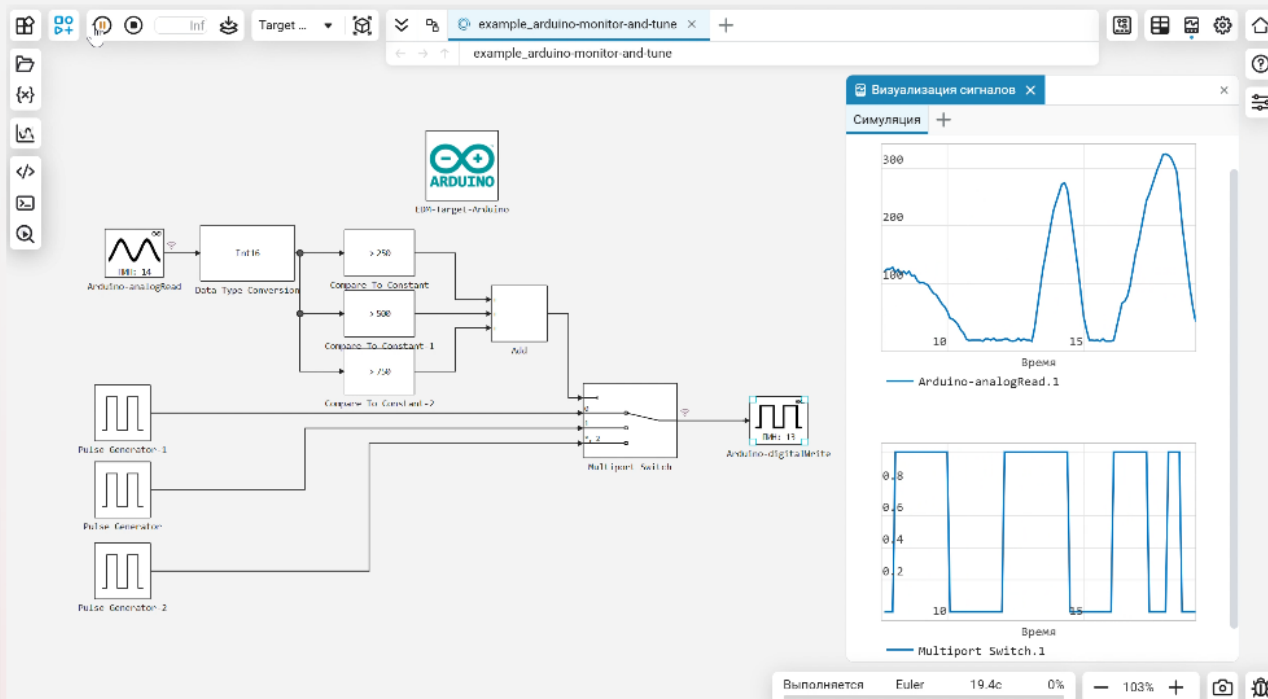
АВТОМАТИЗАЦИЯ:



ПОРОГ ВХОДА В ПРОЕКТ:



Сценарий 4: Интерактивное выполнение



Подходит для тех, кто:

- не хочет/не может погружаться в код;
- готов полностью перенести разработку в Engage;
- хочет проверить работу алгоритма на целевом устройстве в реальном времени.

Основные шаги:

1. Сборка модели из поддерживаемых для генерации кода блоков.
2. Подготовка платформы Engage.Интеграции.
3. Добавление блоков из пакета поддержки.
4. Переключение среды исполнения модели.
5. Запуск модели на целевом устройстве по одной кнопке.

ПОГРУЖЕНИЕ В ENGEE:



ПОГРУЖЕНИЕ В КОД:



АВТОМАТИЗАЦИЯ:



ПОРОГ ВХОДА В ПРОЕКТ:



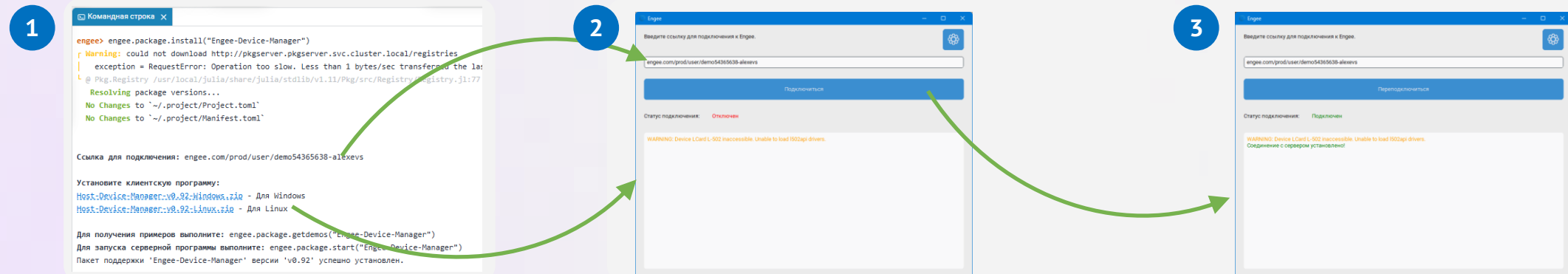
3. Инструменты пакета поддержки



Платформа **EngEE.Интеграции** – встроенная подсистема EngEE, которая обеспечивает подключение EngEE к внешнему оборудованию, в том числе, к целевым устройствам.



engEE> engEE.package.install("EngEE-Device-Manager")





Платформа для подключения Engее к внешним устройствам, интерфейсам, протоколам, программным средам и встраиваемым системам через пакеты поддержки.

Engее.Интеграции

Встраиваемые системы

- Arduino
- ATmega328
- STM32
- X86
- КПМ РИТМ
- Artery
- МИК32
- Миландр

Аппаратное обеспечение

- КПМ РИТМ
- L-card
- CAN – модули
- COM порты
- Logitech G29
- Thrustmaster HOTAS

Протоколы обмена

- VISA
- UDP
- TCP/IP
- HTTP
- Modbus TCP/RTU
- Sockets

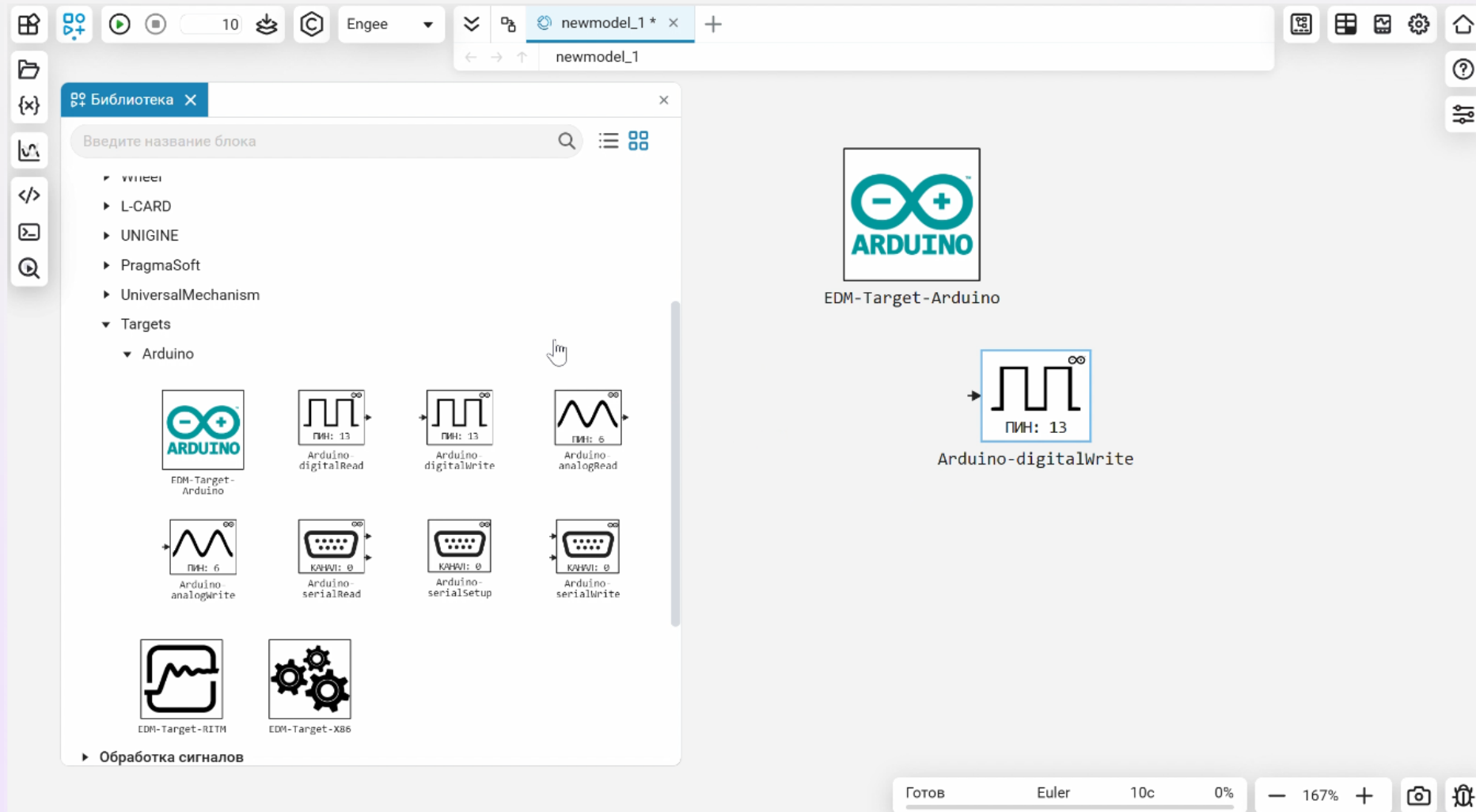
Программное обеспечение

- T-FLEX DOCs
- UNIGINE
- Универсальный механизм
- ЛОГОС
- ПрагмаСофтСтудия

Библиотека блоков



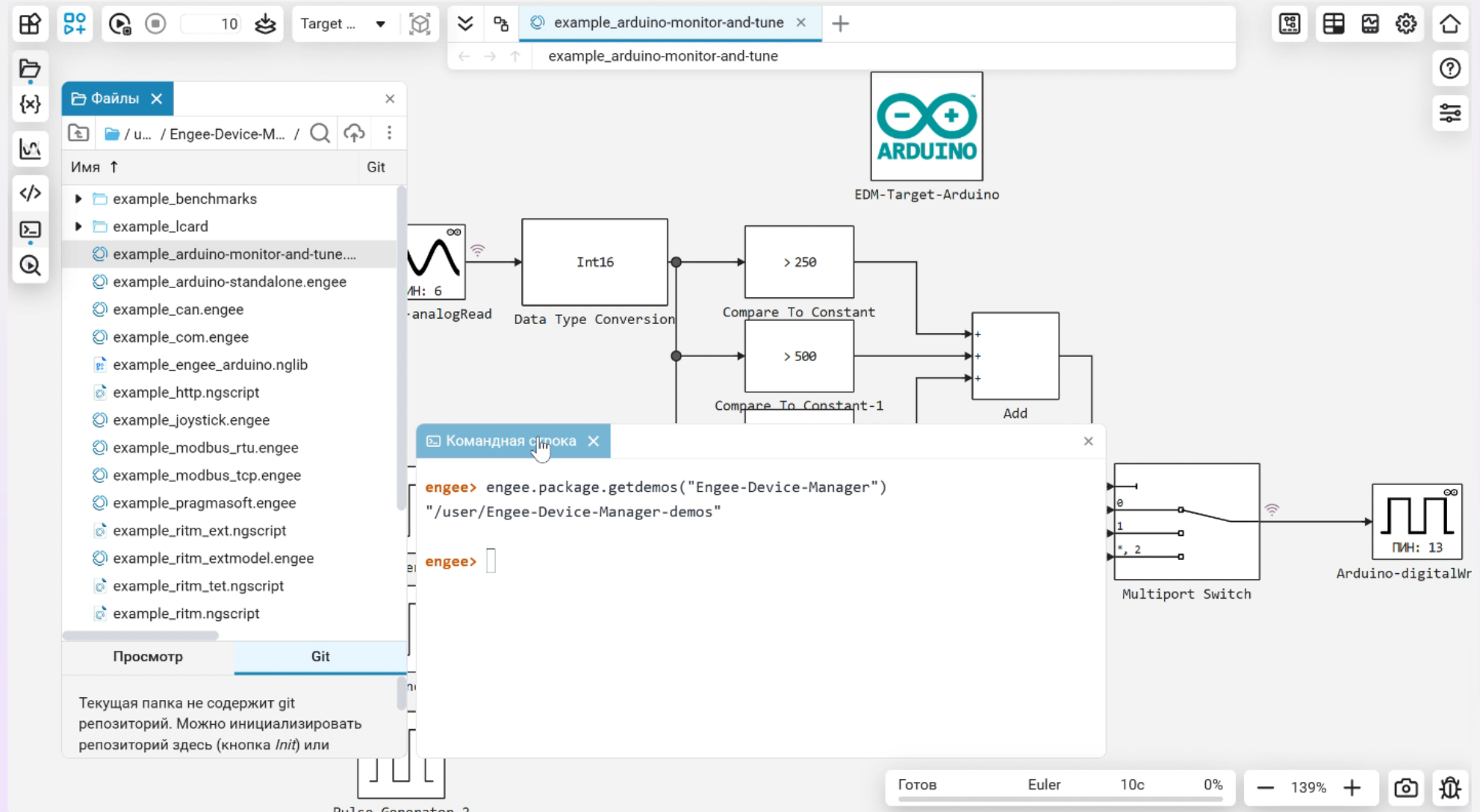
Пакет поддержки встраиваемых устройств предоставляет новый раздел библиотеки блоков Engage:
Оборудование → Targets



Тестовые примеры



engge> `engge.package.getdemos("Engge-Device-Manager")`

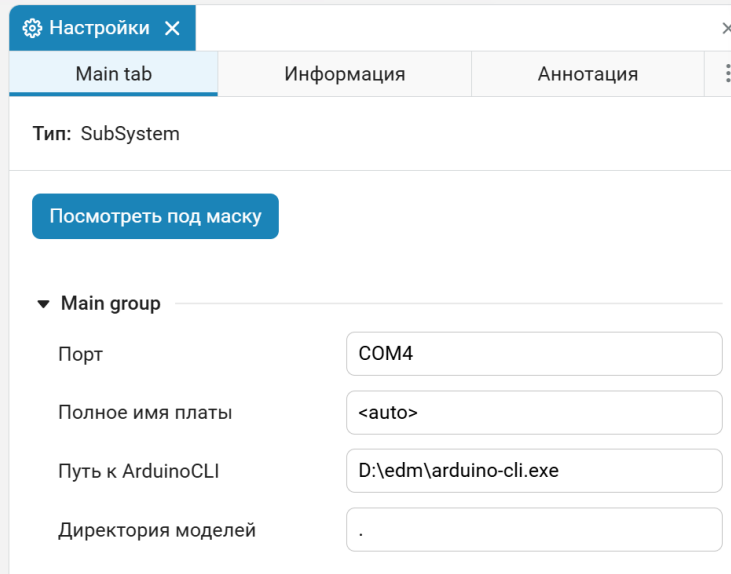


The screenshot displays the Engage IDE interface. On the left, a file explorer shows a list of example files, including `example_arduino-monitor-and-tune...`. The main workspace contains a block diagram for an Arduino target. The diagram starts with an `analogRead` block (labeled "АД: 6") connected to an `Int16` block (labeled "Data Type Conversion"). The output of the `Int16` block is connected to two comparison blocks: `> 250` (labeled "Compare To Constant") and `> 500` (labeled "Compare To Constant-1"). The outputs of these comparison blocks are connected to an `Add` block. The output of the `Add` block is connected to a `Multiport Switch` block, which is then connected to an `Arduino-digitalWr` block (labeled "ПИН: 13"). A command window is open in the foreground, showing the command `engge> engge.package.getdemos("Engge-Device-Manager")` and the response `"/user/Engge-Device-Manager-demos"`. The status bar at the bottom indicates the target is "Готов" (Ready) and the Euler engine is running at 10c.

Блоки периферии - Arduino



EDM-Target-Arduino



Настройки		
Main tab	Информация	Аннотация
Тип: SubSystem		
<button>Посмотреть под маску</button>		
▼ Main group		
Порт	COM4	
Полное имя платы	<auto>	
Путь к ArduinoCLI	D:\edm\arduino-cli.exe	
Директория моделей	.	

Настройки блока **EDM-Target-Arduino**
из пакета поддержки Arduino

Порт –

COM-порт целевого устройства :

`<auto>` `COM4` `/dev/ttyUSB0`

Полное имя платы –

в формате VENDOR:ARCHITECTURE:BOARD_ID :

`<auto>` `arduino:avr:mega`

Путь к ArduinoCLI –

путь до исполняемого файла тулчейна :

`<auto>` `D:\edm\arduino-cli.exe`

Директория моделей –

путь хранения исходного кода моделей :

`.` `.\models`

Блоки периферии - Arduino



example_engge_arduino * x blink * x

blink

Настройки x

Основные Parameters Work Variables

Тип: CFunction

Посмотреть маску

▼ Main

Number of input ports 1

Number of output ports 0

Function name digitalWrite

Sample time -1

Редактировать исходный код

ПИН: 12

Arduino-digitalWrite

Arduino-digitalWrite x

OutputCode StartCode TerminateCode SharedCode

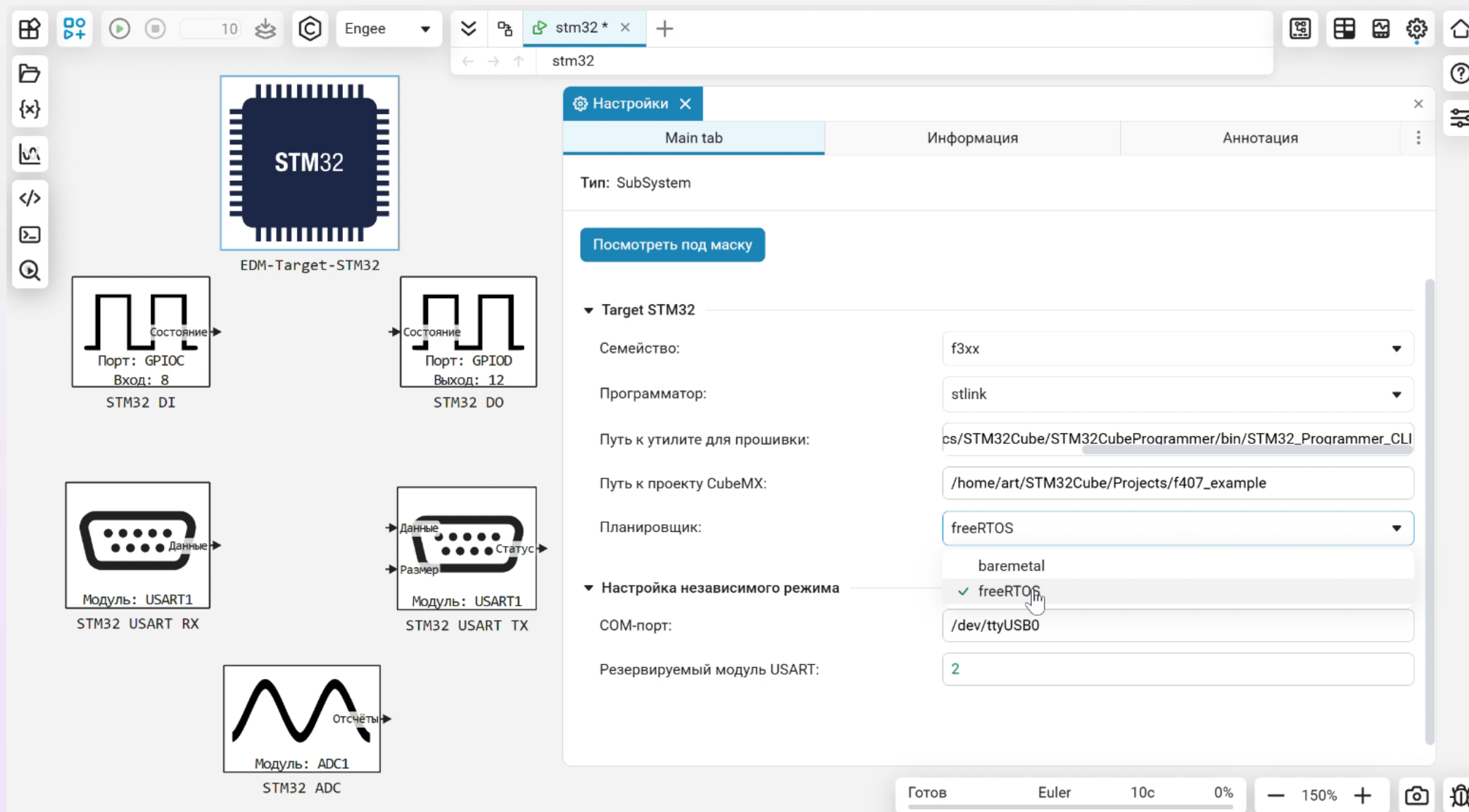
```
1 /* Этот код вызывается на каждом шаге расчета модели */
2 #ifdef Arduino
3
4 if (*(char *) Work->init == 0){
5     pinMode(pin, OUTPUT);
6     *Work->init = 1;
7 }
8
9 if (input1){
10     digitalWrite(pin, HIGH);
11 } else {
12     digitalWrite(pin, LOW);
13 }
14
15 #endif
```

▼ Информация

Интерфейс функции void CFunction_step(double t, double input1, Work

Готов Euler 10c 0% 300% +

Блоки периферии – STM32




The screenshot displays the STM32CubeIDE interface for a project named 'stm32'. The main workspace shows a block diagram of the STM32 microcontroller (EDM-Target-STM32) connected to several peripheral modules:




- STM32 DI:** A digital input module connected to the STM32 via GPIOC, input 8.
- STM32 DO:** A digital output module connected to the STM32 via GPIOD, output 12.
- STM32 USART RX:** A UART module connected to the STM32 via USART1.
- STM32 USART TX:** A UART module connected to the STM32 via USART1.
- STM32 ADC:** An ADC module connected to the STM32 via ADC1.

The right-hand pane shows the 'Настройки' (Settings) window for the 'stm32' project. The 'Main tab' is active, displaying the following configuration:

- Тип:** SubSystem
- Посмотреть под маску:** (button)
- Target STM32:**
 - Семейство: f3xx
 - Программатор: stlink
 - Путь к утилите для прошивки: cs/STM32Cube/STM32CubeProgrammer/bin/STM32_Programmer_CLI
 - Путь к проекту CubeMX: /home/art/STM32Cube/Projects/f407_example
 - Планировщик: freeRTOS
- Настройка независимого режима:**
 - COM-порт: /dev/ttyUSB0
 - Резервируемый модуль USART: 2

The bottom status bar indicates the project is 'Готов' (Ready) with 0% progress, and the target is 'Euler' with a clock speed of 10c.

 Документация Engage

Поиск   

Главная

- ▶ Об Engage
- ▶ Прикладные применения
- ▶ Среда вычислений
- ▶ Среда моделирования и симуляции
- ▶ Учебные курсы
- ▶ Генерация кода

▼ Внешняя аппаратура и ПО

- ▶ Общее
- ▶ Поддержка протоколов обмена
- ▶ Интеграции с программным обеспечением
- ▶ Интеграции с аппаратным обеспечением
- ▼ Интеграции со встраиваемыми системами
 - Пакет поддержки Arduino

Примеры


- ▶ Дополнительные материалы
- ▶ Что нового




Документация Engage / Внешняя аппаратура и ПО / Интеграции со встраиваемыми системами / Пакет поддержки Arduino

Режимы выполнения



Поведение режимов Target Hardware аналогично режимам выполнения моделей на КПМ «РИТМ» (подробнее см. в статье [Режимы выполнения модели](#)).

Режим «Запустить модель на железе»

Как запустить нажмите «Запустить модель на железе» :


  10 


Как управлять моделью можно запускать/останавливать/задавать время симуляции и компилировать модель.

Что происходит генерируется интерактивное приложение реального времени и запускается на целевом оборудовании. Отслеживать выполнение модели можно в Engage, в окне [визуализации сигналов](#)  и в [инспекторе данных](#) .

Что можно делать в режиме управлять моделью, менять параметры «на лету», записывать сигналы и просматривать их.

Режим «Запуск в независимом режиме»

Как запустить нажмите «Запуск в независимом режиме» :

✓ Target ... 

Как управлять моделью средствами конкретной платформы (веб-панель, утилиты и т.п.).

Что происходит генерируется автономное приложение реального времени и запускается на целевой платформе независимо от Engage. Выполнение модели видно на дисплее/веб-панели/журналах целевой платформы.

Что можно делать модель функционирует на целевой платформе вне Engage.

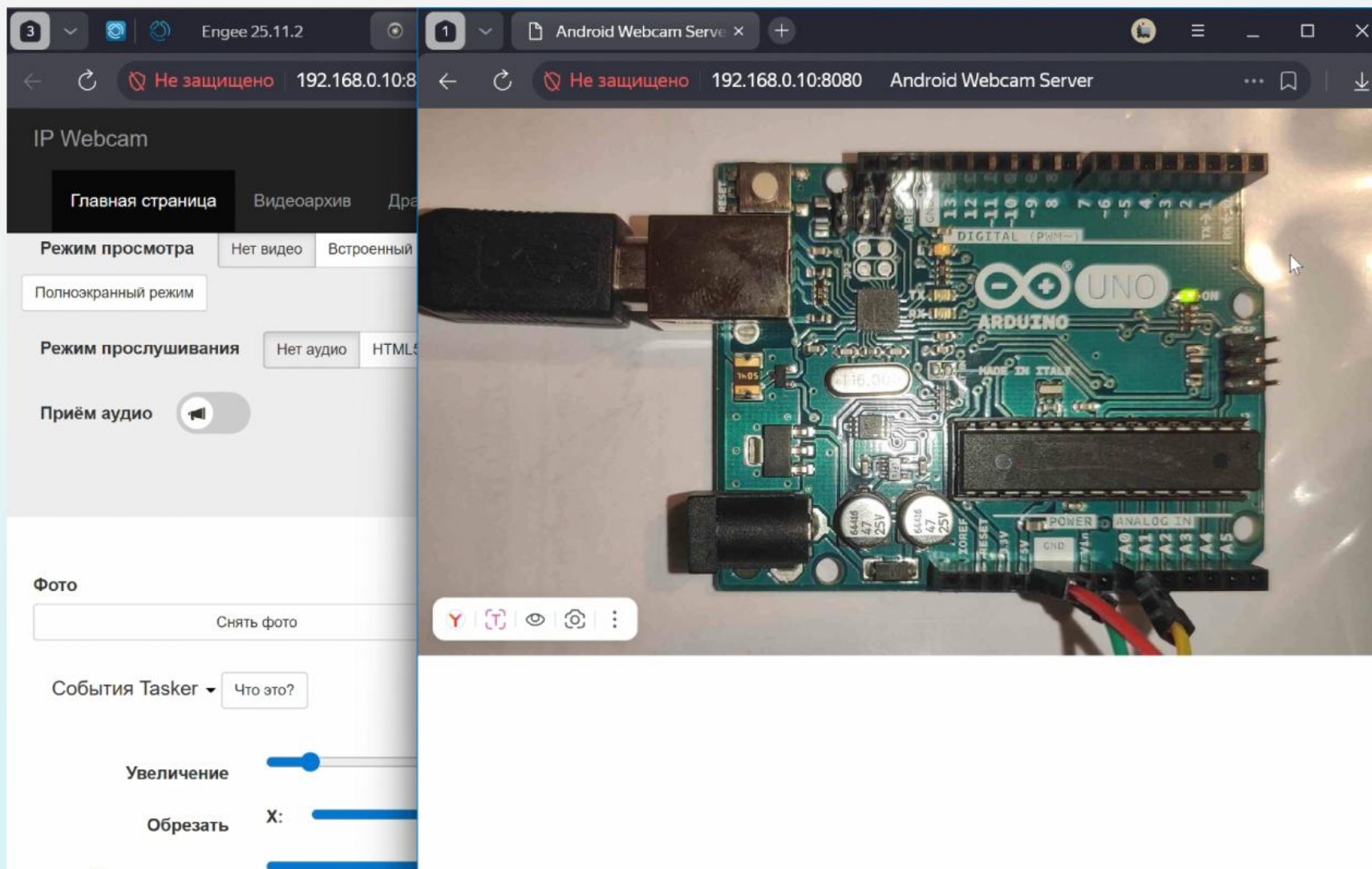
На этой странице:

- Подготовка
- Настройка и запуск модели
- Режимы выполнения**
- Режим «Запустить модель на железе»
- Режим «Запуск в независимом режиме»
- Полезные ссылки

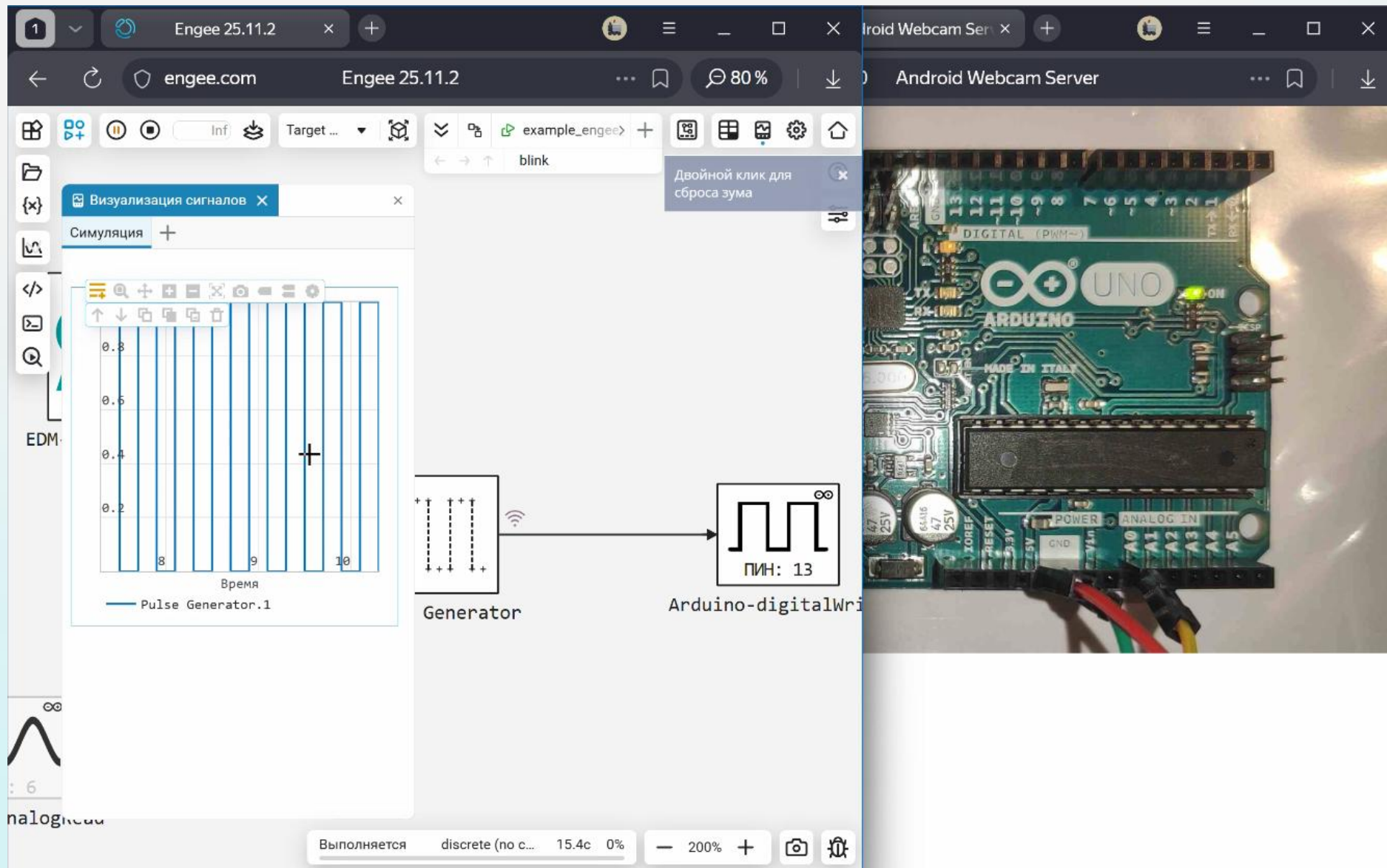
<https://engage.com/helpcenter/stable/ru/engage-hardware/arduino-support-package.html#режимы-выполнения>

4. Таргетирование в примерах

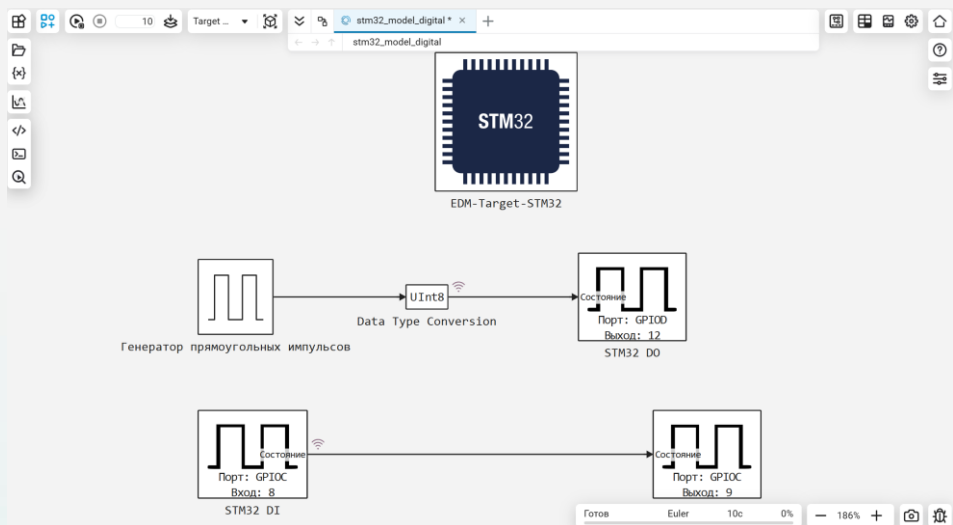
Независимый режим – Arduino Blink



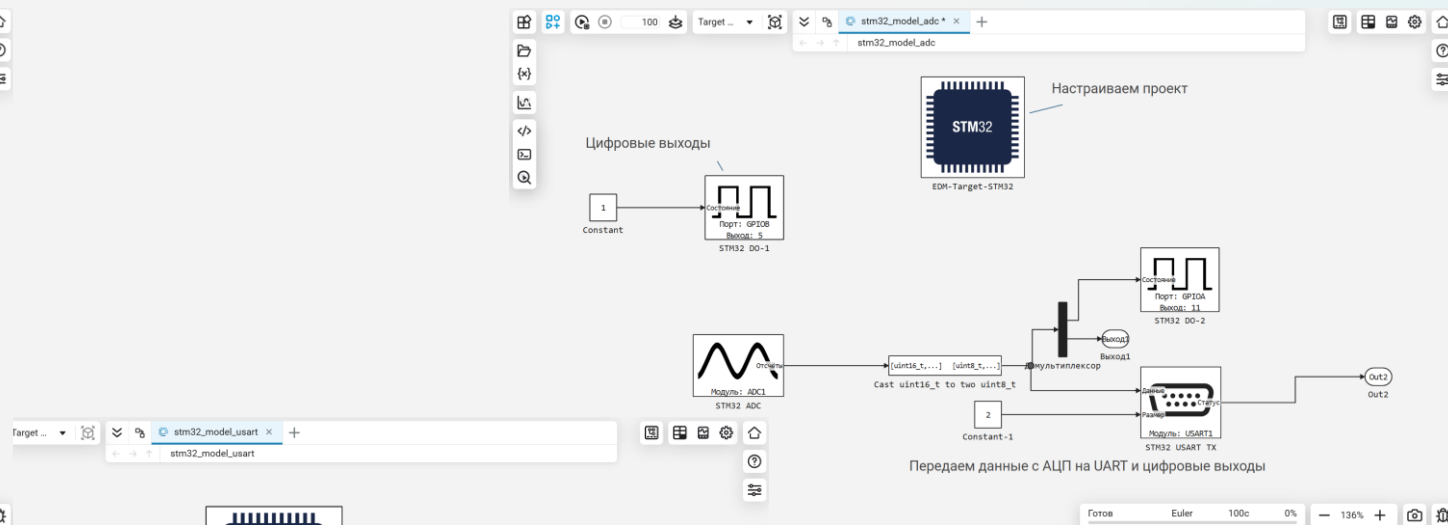
Интерактивный режим – Arduino Blink



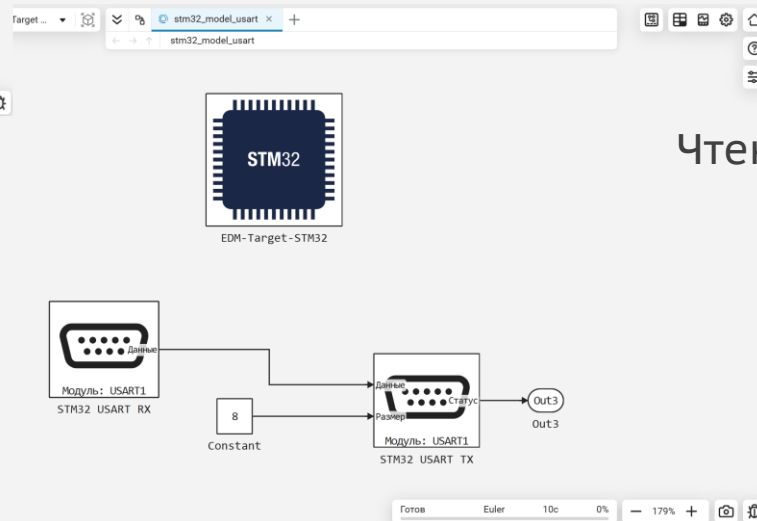
Тестовые примеры – STM32



Цифровые входы/выходы



Чтение аналогового сигнала

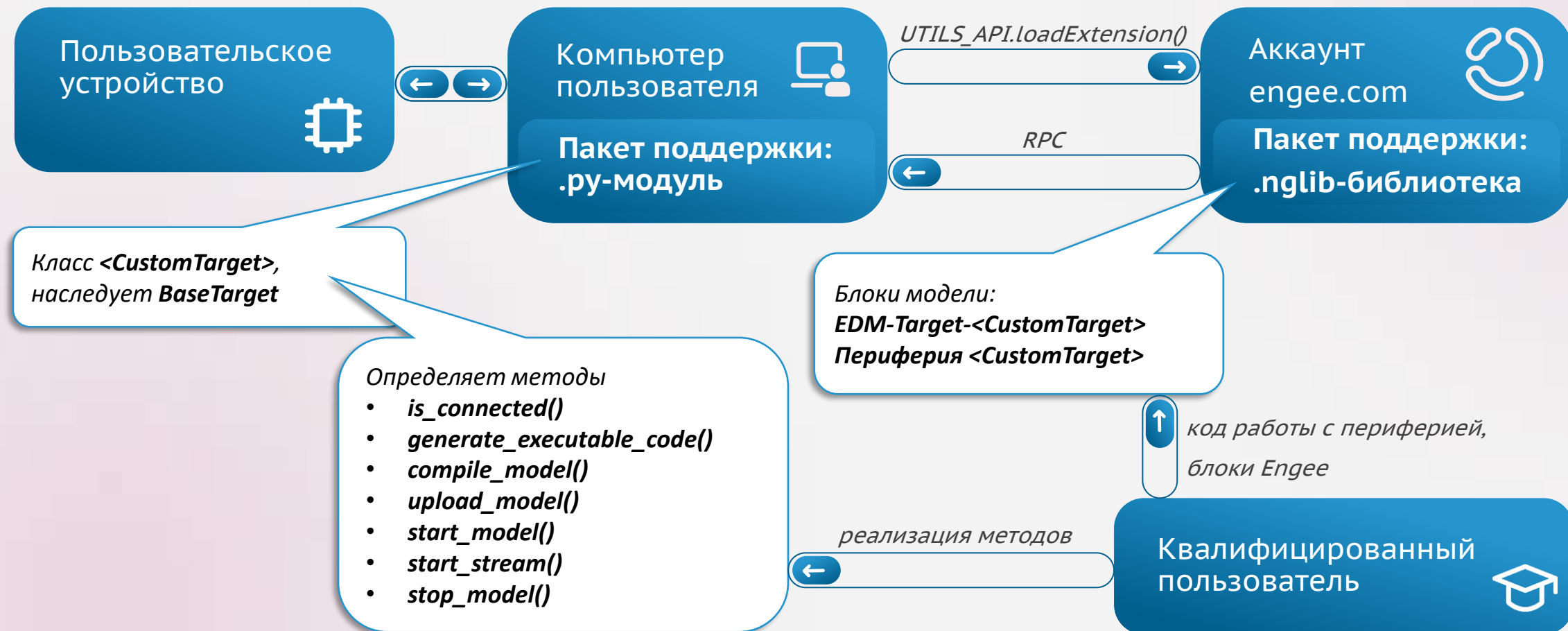


Последовательный порт:
чтение/запись

5. Открытый механизм поддержки пользовательских устройств



Скоро планируется представить **открытый «reference target»** - пакет поддержки на базе **ATmega328**, по аналогии с которым каждый пользователь сможет разработать свой собственный пакет поддержки.



6. Планы, перспективы



Новые пакеты поддержки:

- STM32 (F1xx – F4xx)
- ATmega328
- X86
- КПМ РИТМ
- Микрон МИК32
- Миландр 1986BExx
- Artery
- Texas Instruments C2000

Расширение пакетов поддержки блоками:

- Arduino
- STM32
- ATmega328
- X86
- КПМ РИТМ

Расширение пакетов поддержки методами:

- STM32
- ATmega328
- X86
- КПМ РИТМ

Новые сценарии:

PIL (Processor-in-the-Loop) тестирование

Открытый «reference target»

ATmega328

Поддержка пользователей:

Наполнение документации
Покрытие примерами
Тренинги, курсы

Полезные материалы



[Пакет поддержки Arduino](#) ↗

[Курс по генерации кода в Engage](#) ↗

[Engage.Интеграции](#) ↗

[Методы UTILS_API](#) ↗

[Генератор кода Engage](#) ↗

[Пример пользовательского пакета](#) ↗

[Пользовательские пакеты поддержки](#) ↗

[Поддерживаемые блоки Engage](#) ↗



ЭКСПОНЕНТА

ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ



Спасибо за внимание!

