



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



Управление портами микроконтроллера в режиме ввода-вывода общего назначения (GPIO)

Преподаватель:
Олег Чеславович Ролич
к.т.н., доцент

Постановка задачи



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



Согласно приведённым в данной презентации основным файлам, построить проекты MMVP_LW1_GPIO_OUT, MMVP_LW1_GPIO_IN и MMVP_LW1_GPIO_OUT_REGS управления портами ввода-вывода общего назначения и обеспечить возможность их пошаговой отладки 2



Новый проект рекомендуется создавать на базе одного из предыдущих, ранее отлаженных, например, на основе «MMVP_LW0_PWM» путём его копирования через буфер обмена (см. слайды 4 – 10)

Основы управления средствами Eclipse



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



A screenshot of the Eclipse IDE interface. On the left, the Project Explorer view shows several projects, with one named 'MMVP_LW0_PWM' currently selected. A context menu is open over this project, with the 'Copy' option highlighted by a red arrow. The menu also includes options like Paste, Delete, Remove from Context, Source, Move..., Rename..., Import..., Export..., Build Project, Clean Project, Refresh, Close Project, Close Unrelated Projects, Build Configurations, Make Targets, Index, Validate, Show in Remote Systems view, Run As, Debug As, Profile As, Restore from Local History..., Run C/C++ Code Analysis, Team, and Add/Remove Rpmint Warnings. The main workspace area shows an outline view with the message 'An outline is not available.'

**Шаг 1. Копирование
текущего проекта в
буфер обмена**

4

Основы управления средствами Eclipse



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



Copy Ctrl+C

Paste Ctrl+V

Delete Delete

Remove from Context Ctrl+Alt+Shift+Down

Source F2

Move...

Rename...

Import...

Export...

Build Project

Clean Project

Refresh F5

Close Project

Close Unrelated Projects

Build Configurations

Make Targets

Index

Validate

Show in Remote Systems view

Run As

Debug As

Profile As

Restore from Local History...

Run C/C++ Code Analysis

Team

Add/Remove Rpmint Warnings

An outline is not available.

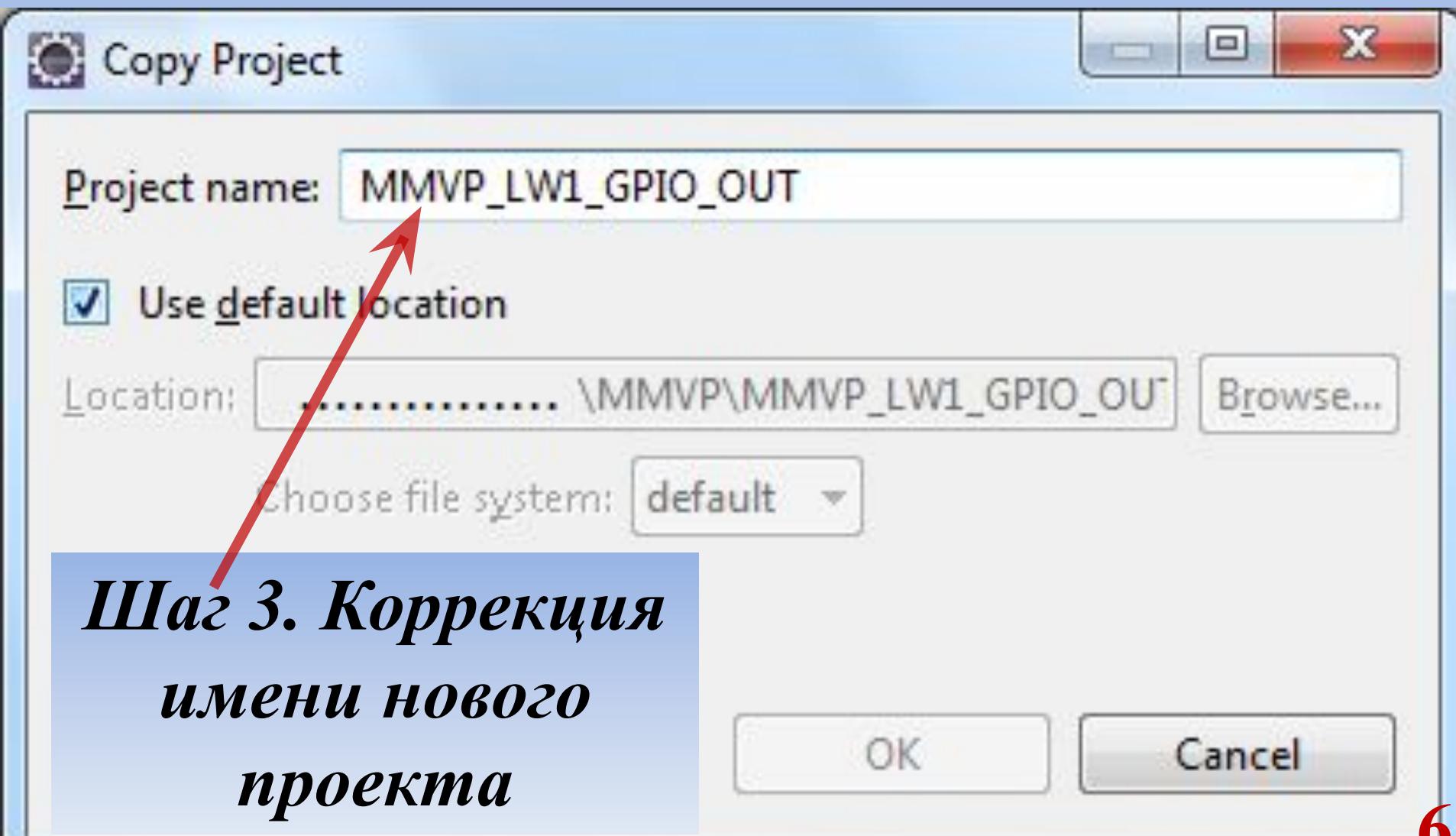
Шаг 2. Вставка скопированного проекта из буфера обмена

5

Основы управления средствами Eclipse



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



Основы управления средствами Eclipse



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



An outline is not available.

Project Explorer X

- MMVP_Lecture_LCD_Tc
- MMVP_LM3267_ATMEG
- MMVP_LW0_PWM
- MMVP_LW1_ATSAM3N
- MMVP_LW1_GPIO_IN
- MMVP_LW1_GPIO_OUT
 - Binaries
 - Archives
 - Includes
 - Libraries
 - Debug
 - Info.c
 - main.c
 - startup.c
 - stm32f4xx_conf.h
 - Резервная копия_
 - cortex_m4_dgug.pd
 - DM00039084_new.p
 - makefile
 - standalone.ld
 - stm32f407vg small c
 - STMicroelectronics-
 - UserInterface.bmp
 - UserInterface.cdr
 - MMVP_LW1_GPIO_OUT
 - MMVP_LW11_ATSAM3I
 - MMVP_LW12_ATMEGA
 - MMVP_MEMS_MIC_SPI

Copy Ctrl+C

Paste Ctrl+V

Delete Delete

Remove from Context Ctrl+Alt+Shift+Down

Source

Move...

Rename... F2

Import...

Export...

Build Project

Clean Project

Refresh F5

Close Project

Close Unrelated Projects

Build Configurations

Make Targets

Index

Validate

Show in Remote Systems view

Run As

Debug As

Profile As

Restore from Local History...

Run C/C++ Code Analysis

Team

Add/Remove Rpmint Warnings

Properties Search

STM32F4xx\STM32 ST-LINK Utility\ST-LINK Utility\ST-LINK_CLI.exe

Шаг 4. Очистка
нового проекта

7

Основы управления средствами Eclipse



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



The screenshot shows the Eclipse IDE interface. On the left is the Project Explorer view, listing various projects and files. In the center is the makefile editor, displaying a configuration script. A red arrow points to the line where the variable `TARGET` is defined. To the right of the makefile editor is the Console view, which shows the output of a programming command. A legend on the right side lists the variables used in the makefile.

makefile

```
1 # Target file name (without extension)
2 TARGET=MMVP_LW1_GPIO_OUT
3
4 # Define commands
5 CC=arm-none-eabi-gcc
6 OBJCOPY=arm-none-eabi-objcopy
7 SIZE = arm-none-eabi-size
8 STLINK=C:\Program Files\STMicroelectronics\STM32 ST-LINK Utility\ST-LIN
9 LDSCRIPT=standalone.ld
10 REMOVE= rm -f
11 COPY= cp -f
12 MOVE= mv -f
13 REMOVEDIR = rmdir
14 MAKEDIR= mkdir
15
16 CMSIS_PATH = ../Libraries/CMSIS
17 STD_PерiphDriver_PATH = ../Libraries/STM32F4xx_StdPeriph_Driver
18 DISCOVERY_PATH = ../Libraries/STM32F4-Discovery
19 USB_OTG_PATH = ../Libraries/STM32_USB_O
20 USB_DEVICE_PATH = ../Libraries/STM32_US
21
```

Console

```
<terminated> Download [Program] C:\Program Files\STM
Address : 0x08000000
Memory programming...
0% 100% Memory programmed in 10s and 625ms.
Programming Complete.

Application started.
```

Legend:

- TARGET
- CC
- OBJCOPY
- SIZE
- STLINK
- LDSCRIPT
- REMOVE
- COPY
- MOVE
- REMOVEDIR
- MAKEDIR
- CMSIS_PATH
- STD_PерiphDriver_PATH
- DISCOVERY_PATH

Шаг 5. Коррекция
имени нового
проекта в его
make-файле

Основы управления средствами Eclipse



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



Шаг 6. Проверка безошибочного построения нового проекта

Project Explorer

Copy Ctrl+C
Paste Ctrl+V
Delete Delete
Remove from Context Ctrl+Alt+Shift+Down
Source
Move...
Rename... F2
Import...
Export...
Build Project
Clean Project F5
Refresh
Close Project
Close Unrelated Projects
Build Configurations
Make Targets
Index
Validate
Show in Remote Systems view
Run As
Debug As
Profile As
Restore from Local History...
Run C/C++ Code Analysis
Team
Add/Remove Rpmint Warnings

MMVP_Lecture_LCD_T
MMVP_LM3267_ATME
MMVP_LW0_PWM
MMVP_LW1_ATSAM3
MMVP_LW1_GPIO_IN
MMVP_LW1_GPIO_OUT
Binaries
Archives
Includes
Libraries
Debug
Info.c
main.c
startup.c
stm32f4xx_conf.h
Резервная копия
cortex_m4_dgug.p
DM00039084_new.
makefile
standalone.ld
stm32f407vg small
STMMicroelectronics
UserInterface.bmp
UserInterface.cdr
MMVP_LW1_GPIO_OU
MMVP_LW11_ATSAM3
MMVP_LW12_ATMEGA
MMVP_MEMS_MIC_SP
MMVP_LW1_GPIO_OUT

TARGET
CC
OBJCOPY
SIZE
STLINK
LDSCRIPT
REMOVE
COPY
MOVE
REMOVEDIR
MAKEDIR
CMSIS_PATH
STD_PeriphDriver_PATH
DISCOVERY_PATH
USB_OTG_PATH

EN 23:39 9

Основы управления средствами Eclipse



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



Project Explorer X

- MMVP_Lecture_DCMI_ARM_Tools
- MMVP_Lecture_LCD_Touch_ARM_T
- MMVP_LM3267_ATMEGA128
- MMVP_LW0_PWM
- MMVP_LW1_ATSAM3N4C_LedDisp
- MMVP_LW1_GPIO_IN
- MMVP_LW1_GPIO_OUT**
 - Binaries
 - Archives
 - Includes
 - Libraries
 - Debug
 - Info.c
 - main.c
 - startup.c
 - stm32f4xx_conf.h
 - Резервная копия_UserInterface
 - cortex_m4_dgug.pdf
 - DM00039084_new.pdf
 - makefile
 - standalone.ld
 - stm32f407vg small datasheet.pdf
 - STMicroelectronics-STM32F405F
 - UserInterface.bmp
 - UserInterface.cdr
- MMVP_LW1_GPIO_OUT_REGS
- MMVP_LW11_ATSAM3N4C_TftDisp
- MMVP_LW12_ATMEGA128_TftDisp
- MMVP_MEMCS_MTC_SDI_SD_ARM_T

makefile X

```
1 # Target file name (without extension)
2 TARGET=MMVP_LW1_GPIO_OUT
3
4 # Define commands
5 CC=arm-none-eabi-gcc
6 OBJCOPY=arm-none-eabi-objcopy
7 ST7F=arm-none-eabi-size
```

Problems Tasks Console X

CDT Build Console [MMVP_LW1_GPIO_OUT]

```
make all
-----
begin
arm-none-eabi-gcc -c -g -I. -I ./Libra
arm-none-eabi-objcopy MMVP_LW1_GPIO_OUT.elf -O ihex MMVP_LW1_GPIO_OUT.hex
arm-none-eabi-size --format=berkeley MMVP_LW1_GPIO_OUT.elf
      text    data     bss     dec   hex filename
210384       72     532  210988  3382c MMVP_LW1_GPIO_OUT.elf
Errors: none
-----
Moving output files into Debug folder
-----
mv -f main.o startup.o Info.o ./Libraries/CMSIS/ST/STM32F4xx/Source/Templates/system_stm32f4xx.o ./Libr
mv -f MMVP_LW1_GPIO_OUT.elf Debug
mv -f MMVP_LW1_GPIO_OUT.hex Debug
mv -f MMVP_LW1_GPIO_OUT.map Debug
```

Шаг 6. Проверка безошибочного построения нового проекта

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT управления портами GPIO

Файлы

*info.c, startup.c, stm32f4xx_conf.h
и standalone.ld*

остаются без изменений по
сравнению с проектом
«MMVP_LW0_PWM»

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT управления портами GPIO

```
/*
 * main.c
 *
 * Created on: 15.10.2014
 * Author: Oleg
 */
#include "stm32f4xx_conf.h"

volatile int32_t ITM_RxBuffer;

RCC_ClocksTypeDef RCC_Clocks;
```

Файл main.c

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT управления портами GPIO

```
const uint16_t arGPIO_Pins[] = {  
    GPIO_Pin_12,  
    GPIO_Pin_14,  
    GPIO_Pin_15,  
};
```

Файл main.c

```
extern const unsigned char gImage_Info[];  
unsigned short InfoImage_coor[] = {0, 0, 0, 0};  
  
void ShowImage ( const unsigned char * pImage,  
    unsigned short * pCoordinates );
```

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT управления портами GPIO

```
int main (void) {  
    uint8_t uiIndex = 0;  
    GPIO_InitTypeDef
```

Файл main.c

```
    GPIO_InitStruct;
```

```
    InfoImage_coor[2] = ((unsigned short)gImage_Info[3] << 8) + gImage_Info[2];  
    InfoImage_coor[3] = ((unsigned short)gImage_Info[5] << 8) + gImage_Info[4];
```

```
/* SysTick end of count event each 1 ms */
```

```
RCC_GetClocksFreq ( &RCC_Clocks );
```

```
SysTick_Config ( RCC_Clocks.HCLK_Frequency / 1000 );
```

```
STM32f4_Discovery_LCD_Init();
```

```
ShowImage ( gImage_Info, InfoImage_coor );
```

Программа MMVP_LW1 Файл *main.c* управления портами *GPIO*

```
RCC_AHB1PeriphClockCmd (  
RCC_AHB1Periph_GPIOD, ENABLE );
```

```
GPIO_InitStruct.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT;  
GPIO_InitStruct.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;  
GPIO_InitStruct.GPIO_Pin = GPIO_Pin_12 |  
GPIO_Pin_14 | GPIO_Pin_15;  
GPIO_InitStruct.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;  
GPIO_InitStruct.GPIO_Speed = GPIO_Speed_2MHz;  
GPIO_Init ( GPIOD, &GPIO_InitStruct );
```

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT управления портами GPIO

```
while (1) {  
    Delay( 1000 );  
    GPIO_ToggleBits( GPIOD, arGPIO_Pins [  
uiIndex++ ] );  
    uiIndex %= (sizeof(arGPIO_Pins) /  
sizeof(uint16_t));  
}  
  
return 1;  
}
```

Файл main.c

Программа MMVP_LW1 Файл *main.c*

управления портами GPIO

```
//@brief Show small image
void ShowImage ( const unsigned char * pImage, unsigned short * pCoordinates ) {
    unsigned long ulIndex_i, ulIndex_j;

    unsigned long bmpAddress = (unsigned long) pImage + 8;
    for ( ulIndex_i = 0; ulIndex_i < pCoordinates[3]; ulIndex_i++ ) {
        LCD_WriteReg ( SSD2119_X_RAM_ADDR_REG, pCoordinates[0] );
        LCD_WriteReg ( SSD2119_Y_RAM_ADDR_REG, pCoordinates[1] + ulIndex_i );
        LCD_WriteReg ( SSD2119_RAM_DATA_REG, *(_IO uint16_t *) bmpAddress );
        for ( ulIndex_j = 0; ulIndex_j < pCoordinates[2]; ulIndex_j++ ) {
            LCD_WriteRAM ( *(_IO uint16_t *) bmpAddress );
            bmpAddress += 2;
        }
    }
}
```

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT

управления портами GPIO

Файл makefile

Отличительные строки маке-файла

```
# Target file name (without extension)
```

```
TARGET=MMVP_LW1_GPIO_OUT
```

```
.....
```

```
SOURCE=main.c \
```

```
    startup.c \
```

```
    Info.c \
```

```
    $(CMSIS_PATH)/ST/STM32F4xx/Source/Templates/system_stm32f4xx.c \
```

```
    $(STDPeriphDriver_PATH)/src/stm32f4xx_rcc.c \
```

```
    $(STDPeriphDriver_PATH)/src/stm32f4xx_gpio.c \
```

```
    $(STDPeriphDriver_PATH)/src/stm32f4xx_fsmc.c \
```

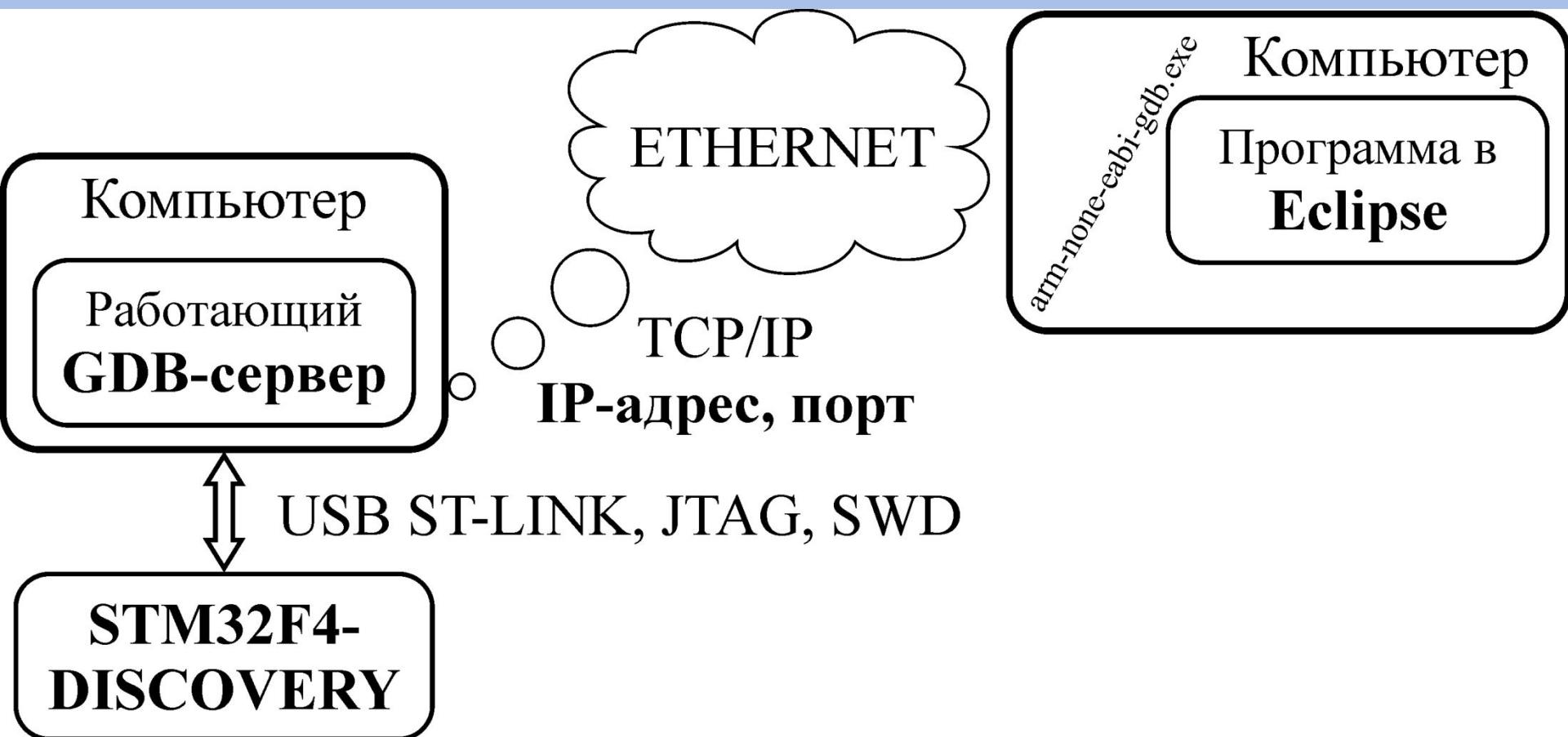
```
    $(DISCOVERY_PATH)/src/stm32f4_discovery_lcd.c \
```

```
    $(DISCOVERY_PATH)/src/fonts.c
```



*Коррекция проекта
завершена*

*Его необходимо
построить и загрузить
HEX-файл в контроллер,
т.е. прошить*

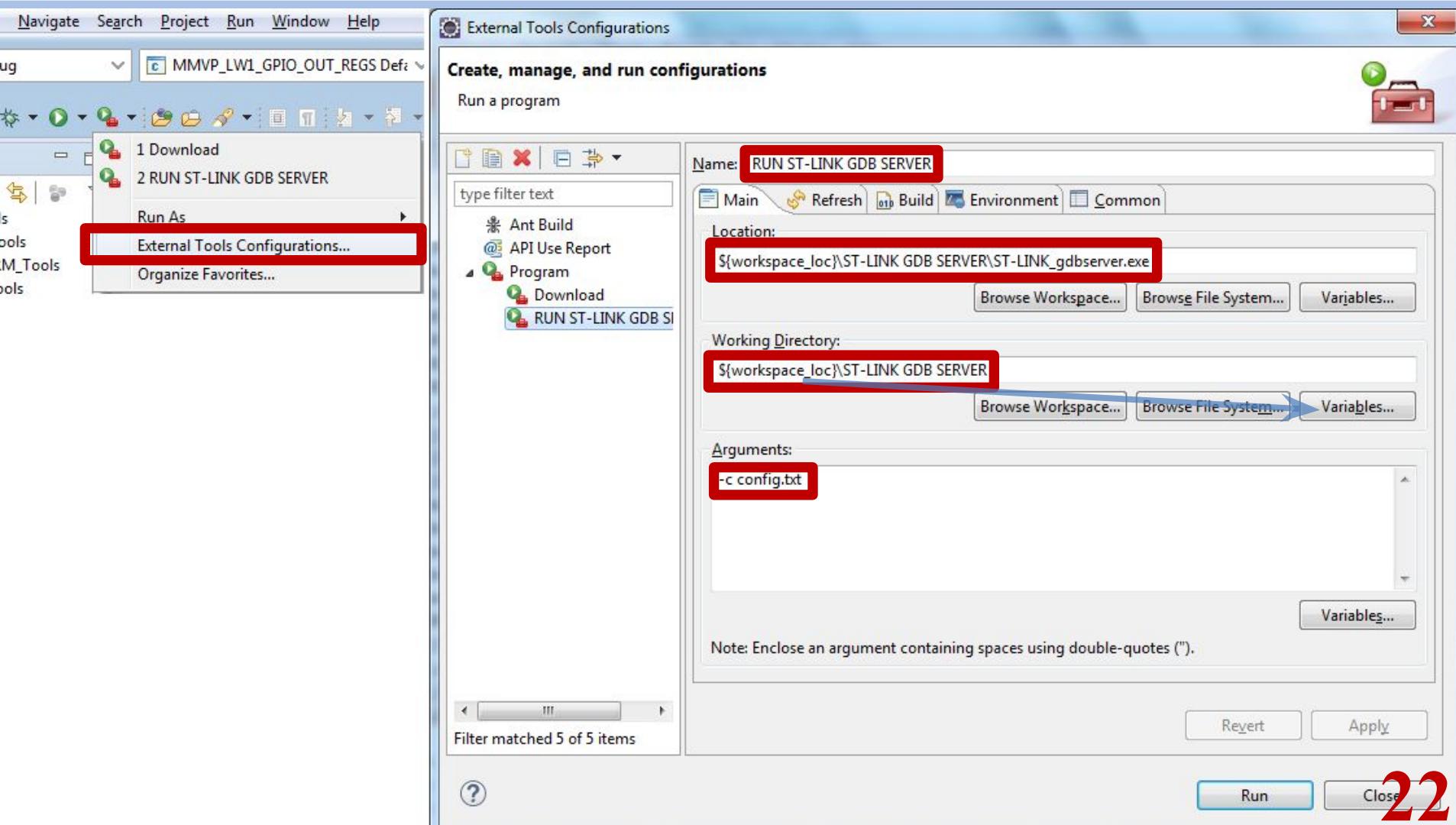




1. Настройка вызова внешней программы ST-LINK GDB SERVER
2. Настройка параметров GDB HARDWARE DEBUGGING отладки в Eclipse

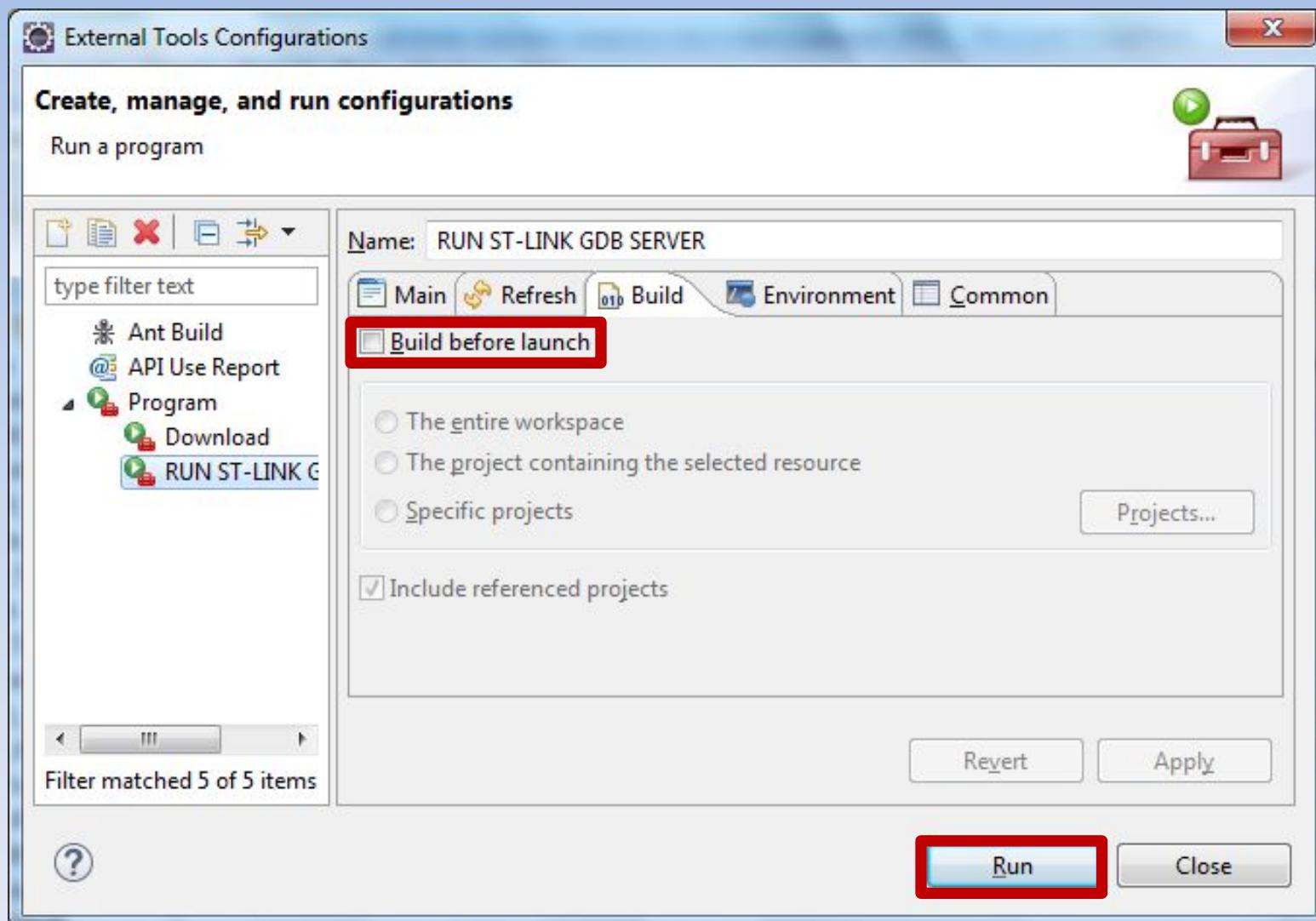
Технология отладки в Eclipse

Настройка вызова внешней программы ST-LINK GDB SERVER Вкладка «Main»



Технология отладки в Eclipse

Настройка вызова внешней программы ST-LINK GDB SERVER Вкладка «Build»



Технология отладки в Eclipse



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



Запуск GDB сервера

Вновь созданное средство
Eclipse для запуска GDB сервера

C/C++ - Minimal_Project/Makefile - Eclipse

File Edit Source Refactor Navigate Search Project Run Window Help

Project Explorer X main.c Makefile X

MSG _END = ----- end -----

1 RUN ST-LINK GDB SERVER
2 Download

Run As External Tools Configurations... Organize Favorites...

Quick Access

Problems Tasks Console X Properties Search

RUN ST-LINK GDB SERVER [Program] D:\Oleg\Axonim\STLinkGDBServer\ST-LINK_gdbserver.exe

Atollic TrueSTUDIO gdbserver for ST-Link. Version 1.3.0 Pro
Developed by Atollic AB for STMicroelectronics
Copyright 2010-2011, Atollic AB and STMicroelectronics

Starting server with the following options:
Persistant Mode : Enabled
LogFile Name : debug_log.txt
Logging Level : 31
Listen Port Number : 61234
Status Refresh Delay : 15s
Verbose Mode : Enabled
SWD Debug : Enabled

NVIC_DFSR_REG = 0x00000009
NVIC_CFGFSR_REG = 0x00000000
ST_LINK Major version =2 Jtag version =15
ST_LINK VID=1155 PID=14152
ST_LINK device status: HALT_MODE
Hardware watchpoint supported by the target
FuncEntry
STM32 device: id =10016413
Connected to the ST-Link Debugger.
Start Logging
Waiting for client to connect on port 61234 ...

Обратите внимание на номер порта **61234**!
Он будет фигурировать в качестве параметра отладчика GDB HARDWARE DEBUGGING

Результат запуска GDB сервера

Ожидание подсоединения клиента к порту 61234

24

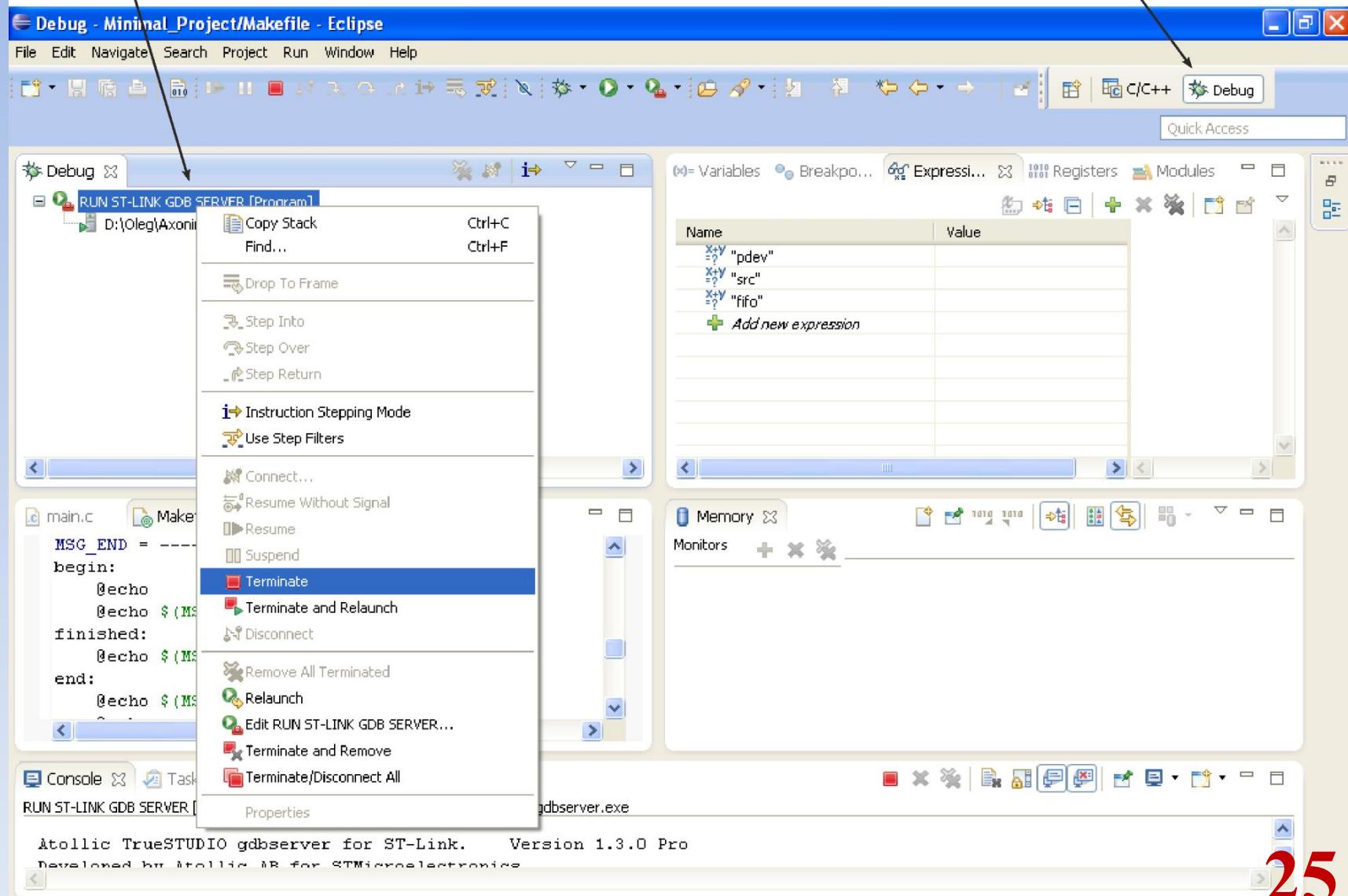
Технология отладки в Eclipse

Остановка в Eclipse GDB сервера или иного процесса

2. Нажать на правую клавишу мыши в области названия процесса и выбрать в появившемся меню пункт «Terminate»

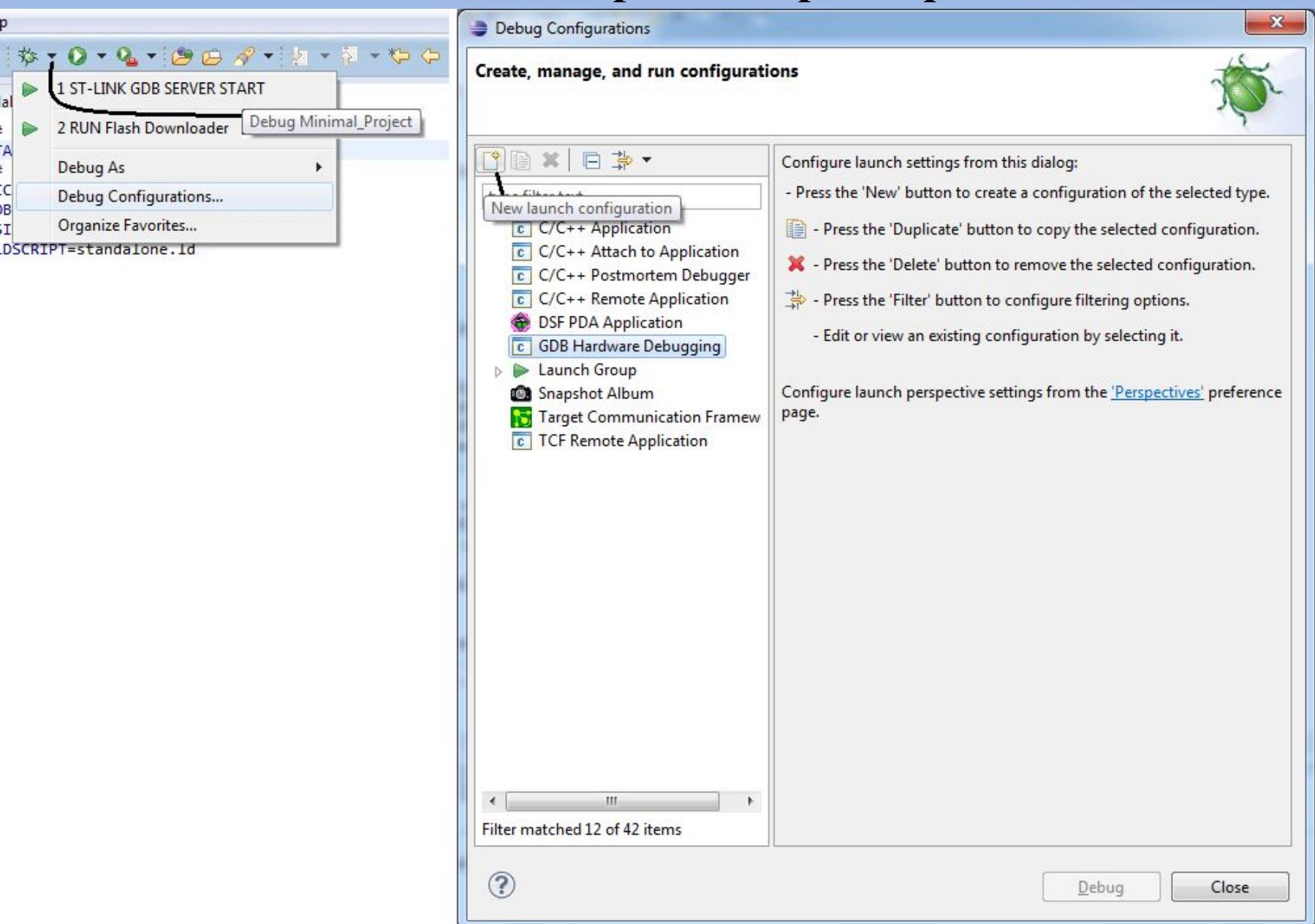
Для остановки запущенных из Eclipse процессов необходимо:

1. Перейти в раздел «Debug»



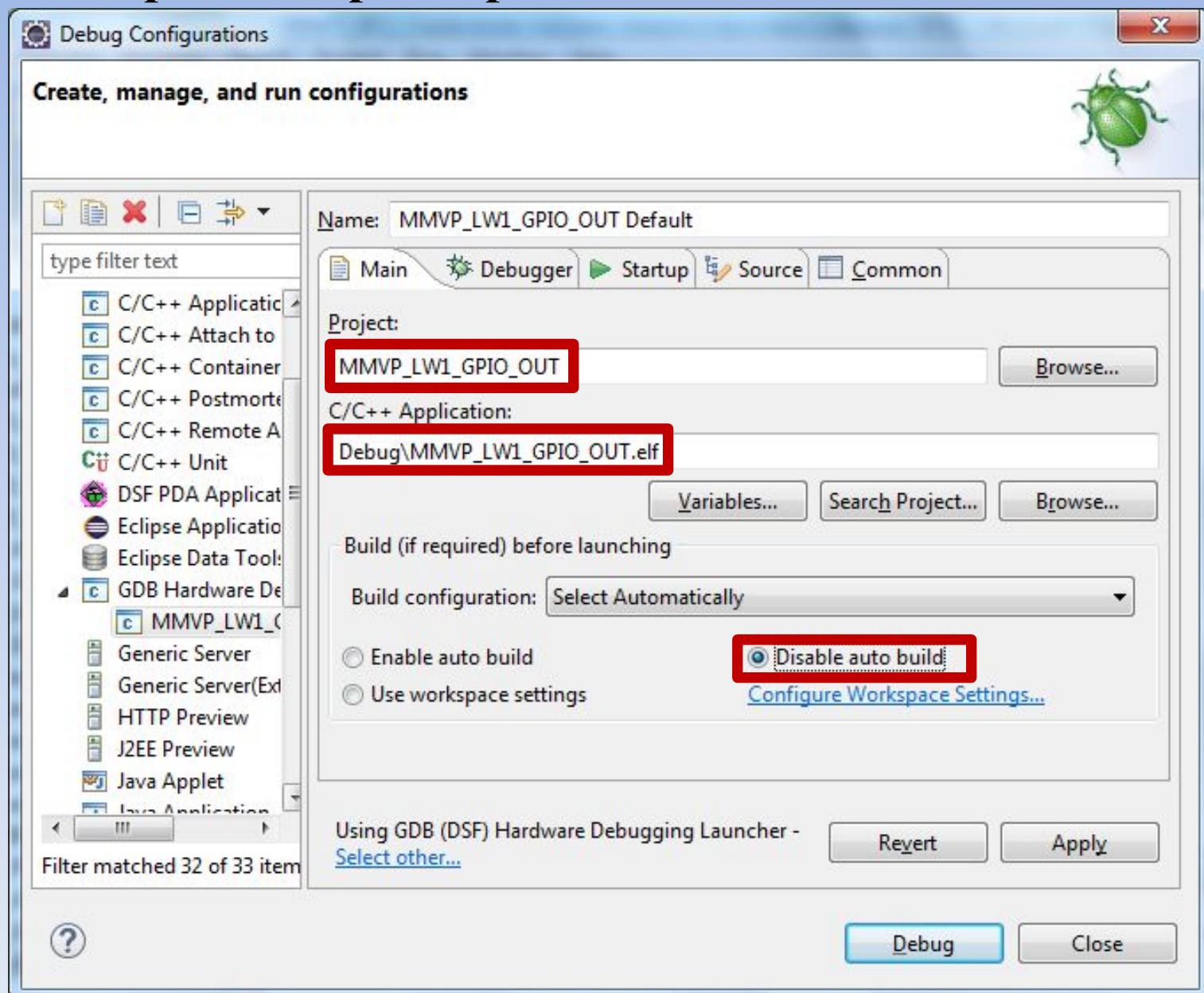
Технология отладки в Eclipse

Подготовка к настройке параметров отладки



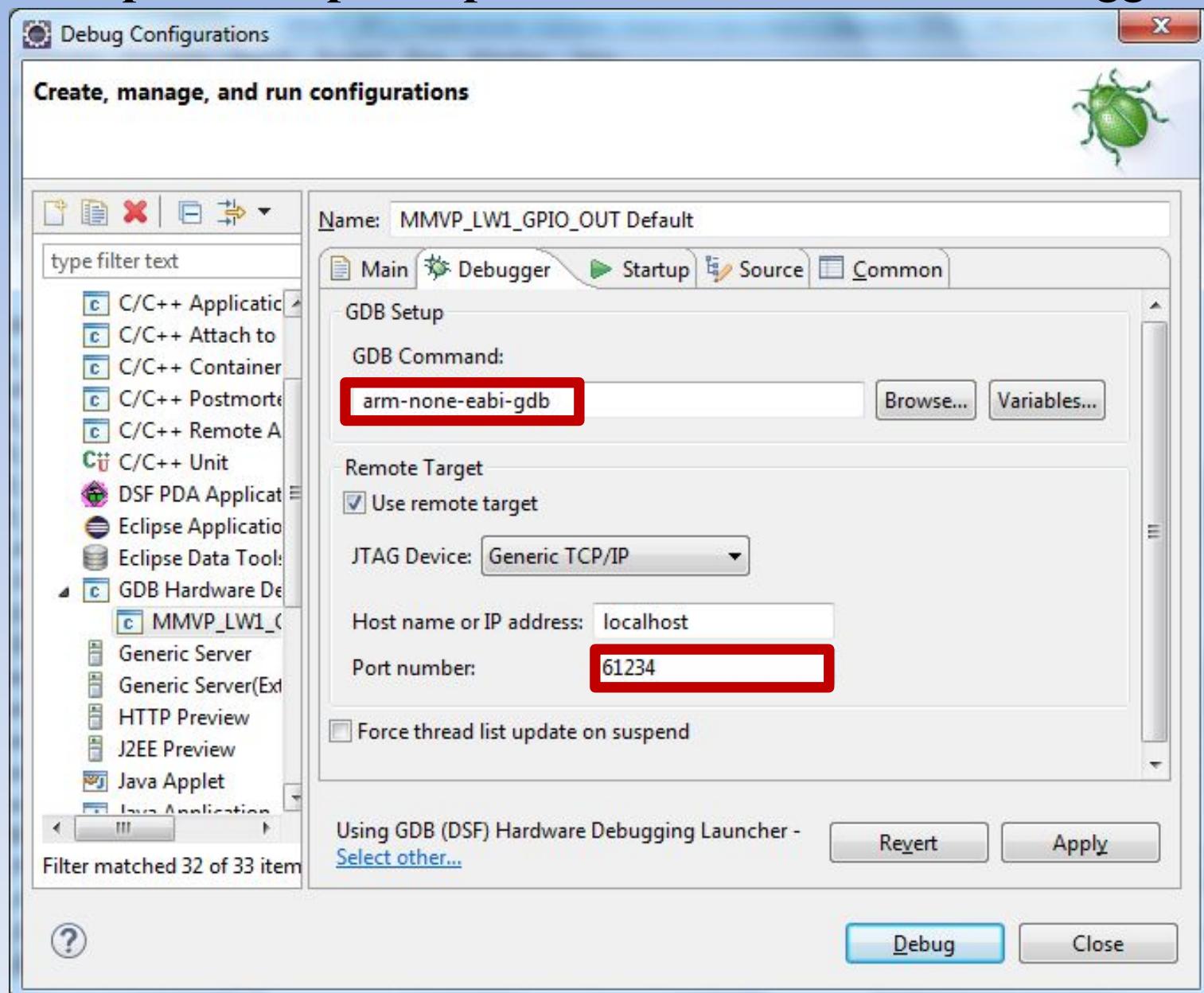
Технология отладки в Eclipse

Настройка параметров отладки. Вкладка «Main»

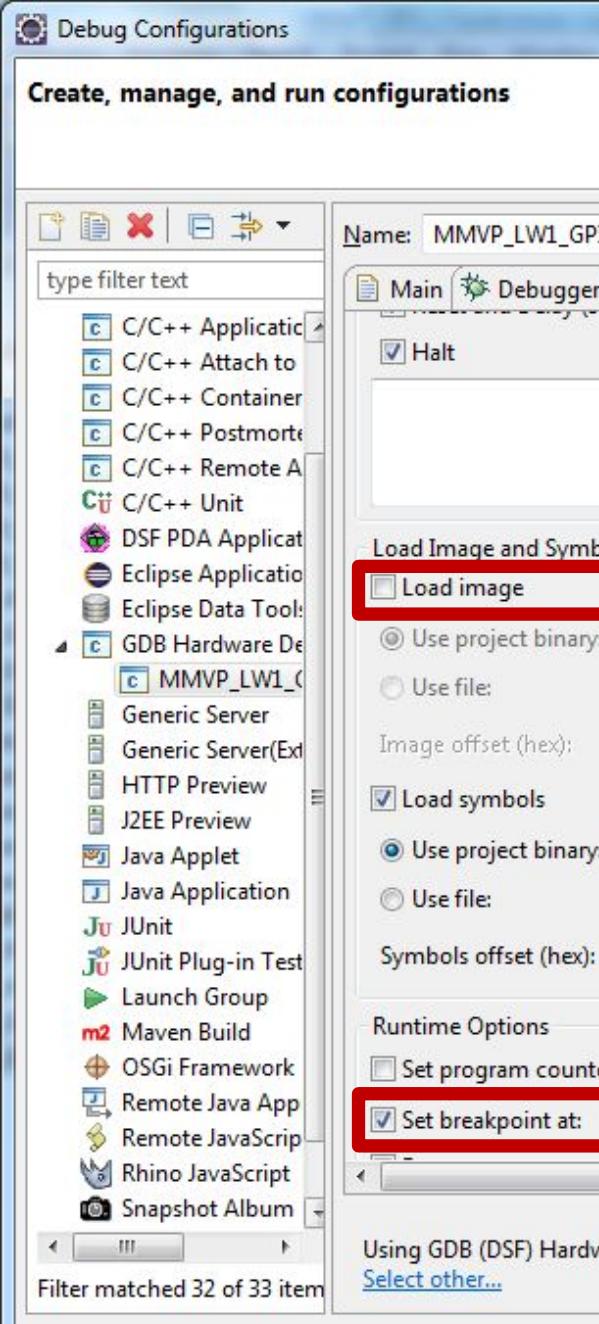


Технология отладки в Eclipse

Настройка параметров отладки. Вкладка «Debugger»

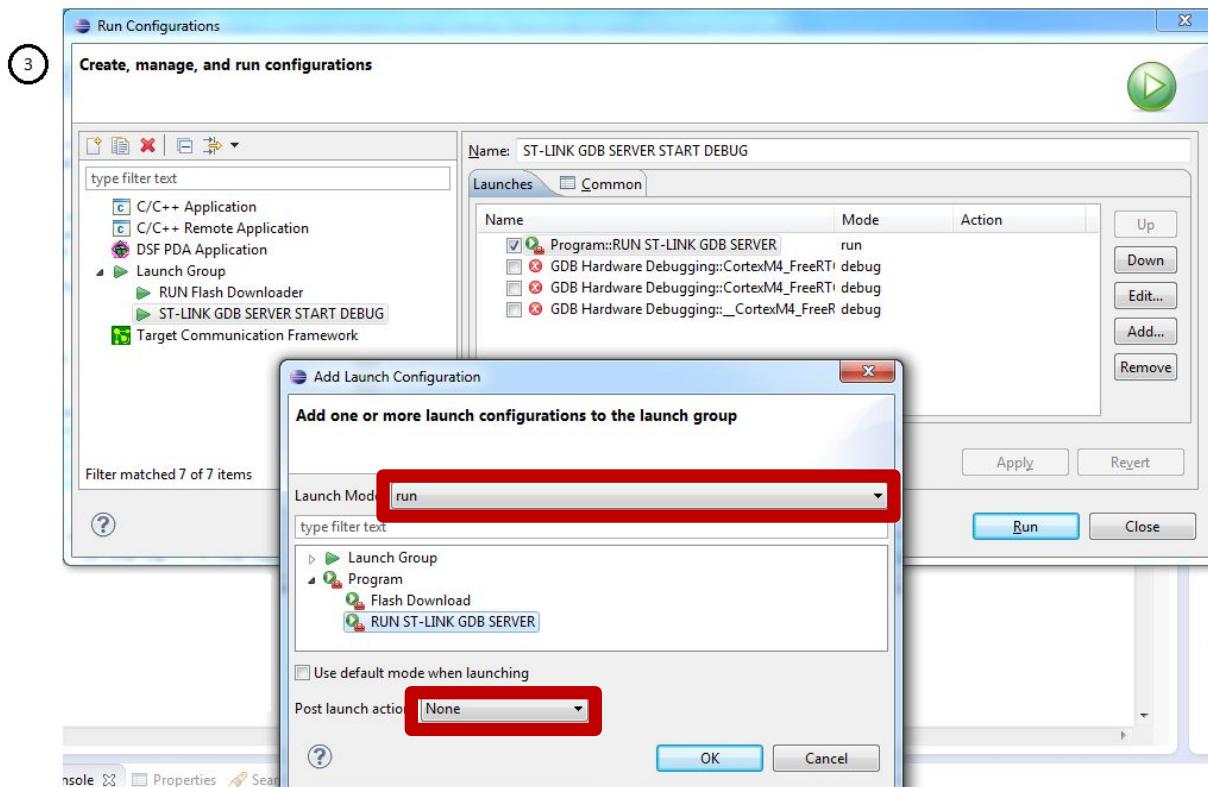
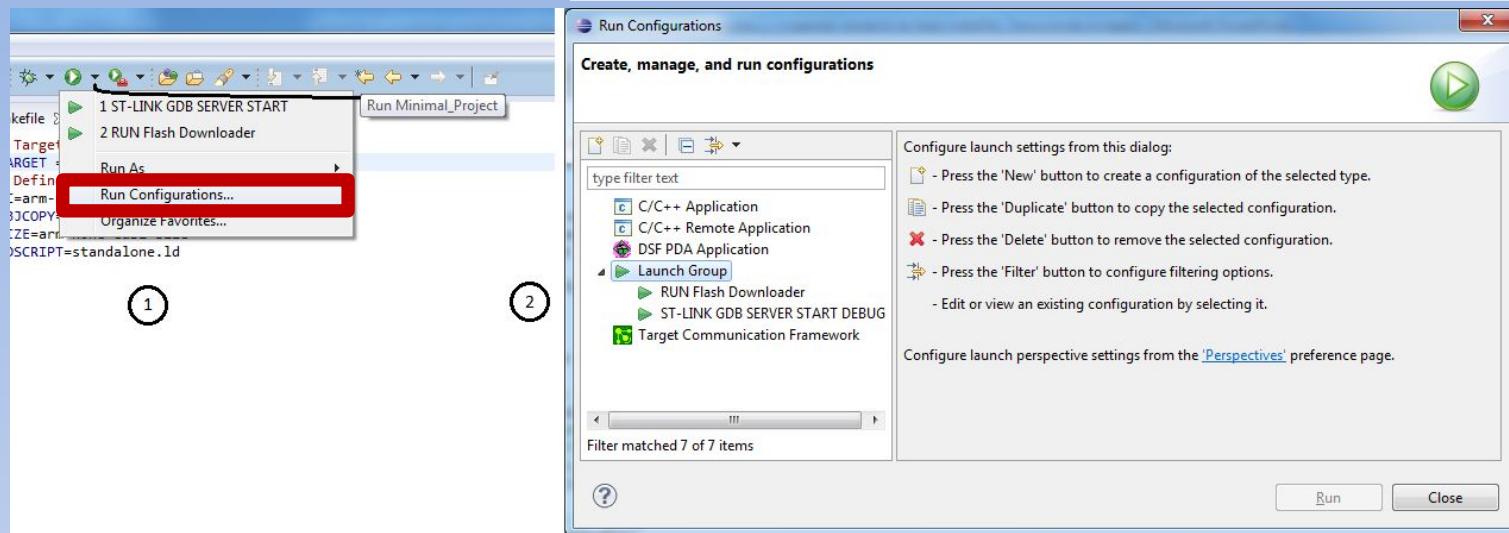


Технология отладки в Eclipse



Настройка параметров отладки. Завершающая вкладка «Startup»

Технология отладки в Eclipse



Подготовка и
настройка
средства
запуска очереди
программ

Технология отладки в Eclipse

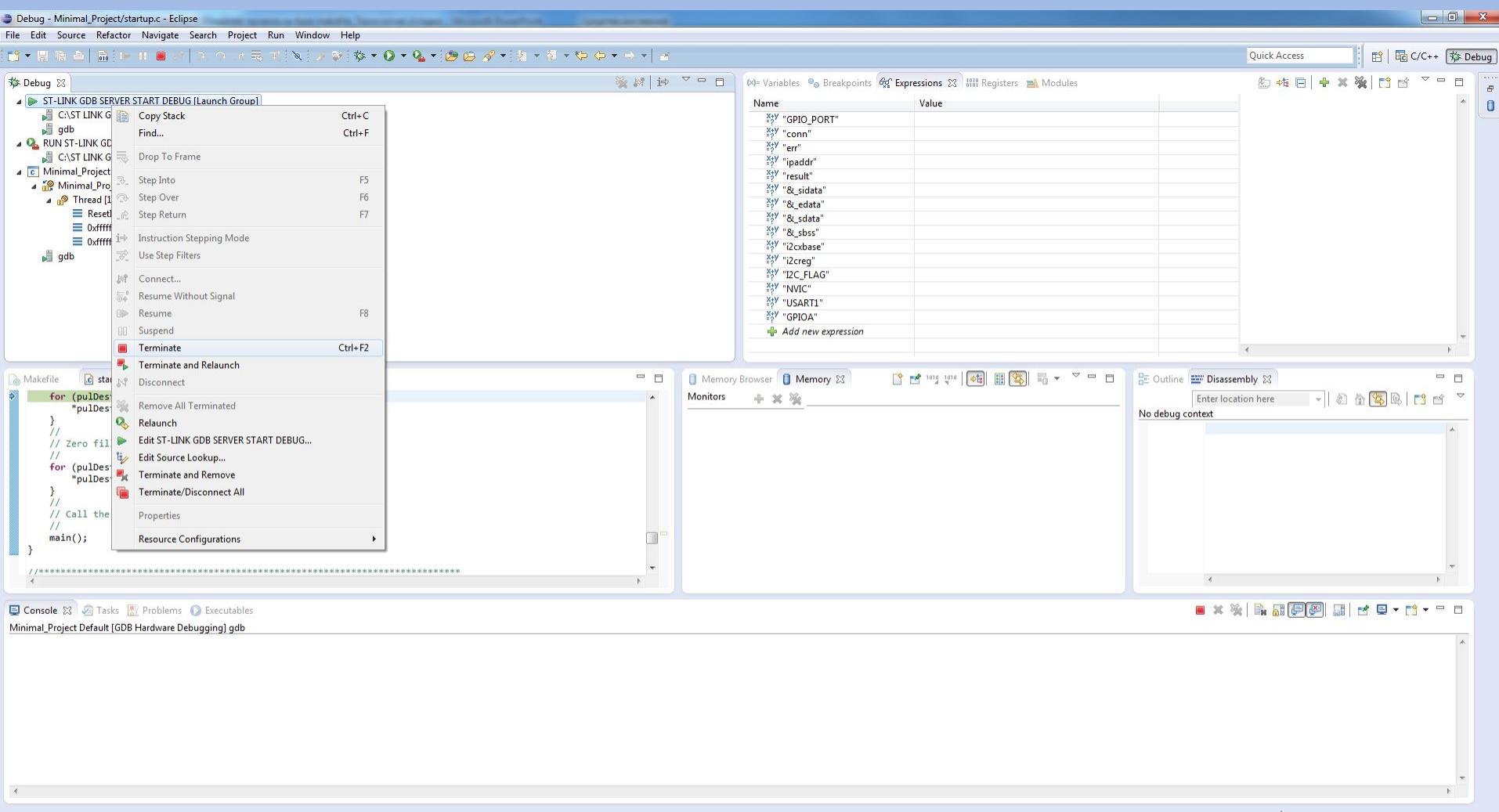
The screenshot shows the Eclipse IDE interface with the Debug perspective selected. The top menu bar includes File, Edit, Source, Refactor, Navigate, Search, Project, Run, Window, Help. The toolbar has icons for file operations, search, and debugging. The left sidebar shows a project tree with 'Minimal_Project' and its files, including 'startup.c'. The main area contains several views:

- Variables View:** Shows variables like GPIO_PORT, conn, err, ipaddr, result, &_idata, &_edata, &_sdata, &_ssbs, i2cbase, i2creg, I2C_FLAG, NVIC, USART1, GPIOA, all with error values.
- Memory Browser:** Monitors view showing memory locations.
- Disassembly View:** Shows assembly code for the startup routine, including instructions like ldr, cmp, bcs, movt, and str.
- Console View:** Displays the output of the GDB server, showing memory reads from address 0x80001c0 to 0x80001d4.

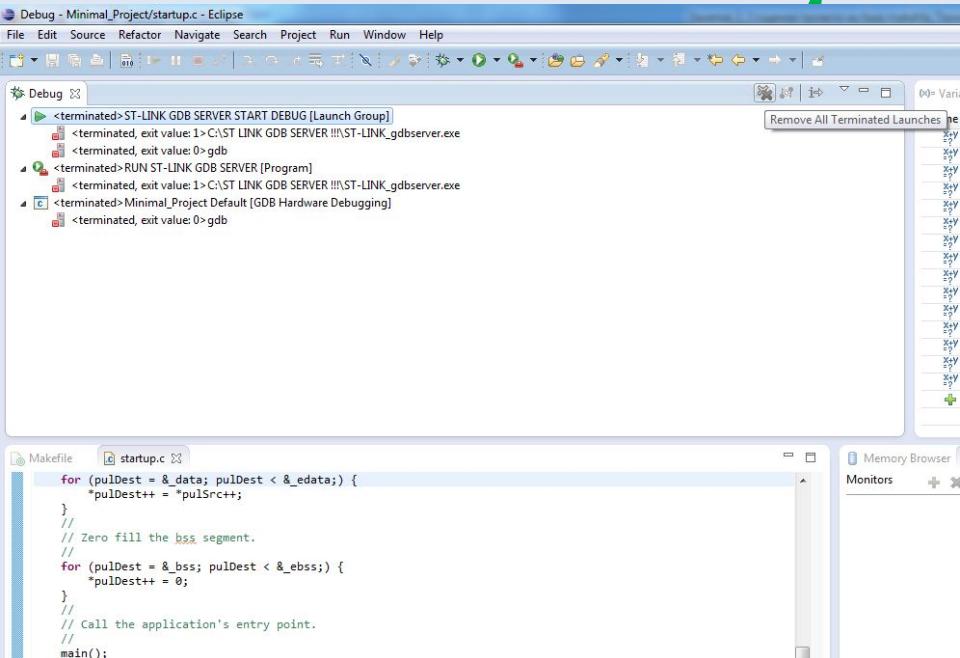
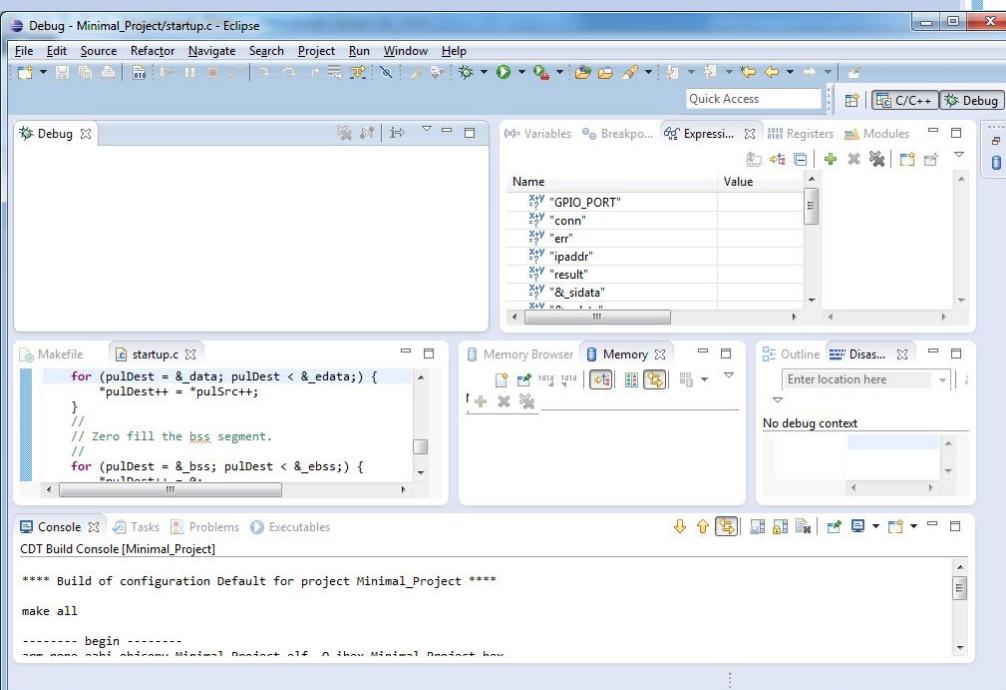
Горячие клавиши: <F5> – шаг с входом внутрь функции, <F6> – шаг без входа в функцию, <F8> – запуск на дальнейшее выполнение до точки прерывания, <Ctrl + Shift + B> или двойной щелчок левой клавиши мыши в крайнем вертикальном поле слева – установка/удаление точки прерывания

Технология отладки в Eclipse

Остановка процесса отладки (вместе с GDB сервером)



Очистка окна «Debug» от завершённых процессов и переход к привычной перспективе «C/C++»



Программа MMVP_LW1_GPIO_IN управления портами GPIO

```
/*
 * main.c
 *
 * Created on: 15.10.2014
 * Author: Oleg
 */
#include "stm32f4xx_conf.h"

volatile int32_t ITM_RxBuffer;

RCC_ClocksTypeDef RCC_Clocks;
```

Файл main.c

Программа MMVP_LW1_GPIO_IN управления портами GPIO

```
const uint16_t arGPIO_Pins[] = {  
    GPIO_Pin_12,  
    GPIO_Pin_14,  
    GPIO_Pin_15,  
};
```

Файл main.c

```
extern const unsigned char gImage_Info[];  
unsigned short InfoImage_coor[] = {0, 0, 0, 0};  
  
void ShowImage ( const unsigned char * pImage,  
    unsigned short * pCoordinates );
```

Программа MMVP_LW1_GPIO_IN управления портами GPIO

```
int main (void) {
    uint8_t uiIndex = 0;
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct;

    InfoImage_coor[2] = ((unsigned short)gImage_Info[3] << 8) + gImage_Info[2];
    InfoImage_coor[3] = ((unsigned short)gImage_Info[5] << 8) + gImage_Info[4];

    /* SysTick end of count event each 1 ms */
    RCC_GetClocksFreq ( &RCC_Clocks );
    SysTick_Config ( RCC_Clocks.HCLK_Frequency / 1000 );

    STM32f4_Discovery_LCD_Init();
    ShowImage ( gImage_Info, InfoImage_coor );
```

Файл main.c

Программа MMVP_LW Файл *main.c*

управления портами GPIO

```
RCC_AHB1PeriphClockCmd (  
RCC_AHB1Periph_GPIOD, ENABLE );
```

```
GPIO_InitStruct.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT;  
GPIO_InitStruct.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;  
GPIO_InitStruct.GPIO_Pin = GPIO_Pin_12 |  
GPIO_Pin_14 | GPIO_Pin_15;  
GPIO_InitStruct.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;  
GPIO_InitStruct.GPIO_Speed = GPIO_Speed_2MHz;  
GPIO_Init ( GPIOD, &GPIO_InitStruct );
```

Программа MMVP_LW Файл *main.c*

управления портами GPIO

```
RCC_AHB1PeriphClockCmd (  
RCC_AHB1Periph_GPIOA, ENABLE );
```

```
GPIO_InitStruct.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IN;  
GPIO_InitStruct.GPIO_OType = GPIO_OType_OD;  
GPIO_InitStruct.GPIO_Pin = GPIO_Pin_0;  
GPIO_InitStruct.GPIO_PuPd =  
GPIO_PuPd_NOPULL;  
GPIO_InitStruct.GPIO_Speed = GPIO_Speed_2MHz;  
GPIO_Init ( GPIOA, &GPIO_InitStruct );
```

Программа MMVP_LW Файл main.c управления портами GPIO

```
while (1) {
    if (GPIO_ReadInputDataBit ( GPIOA, GPIO_Pin_0
) == Bit_Set) {
        GPIO_ToggleBits ( GPIOD, arGPIO_Pins [
uiIndex++ ] );
        uiIndex %= (sizeof(arGPIO_Pins) /
sizeof(uint16_t));
        Delay ( 300 );
    }
}
return 1;
}
```

Программа *MMVP_LI* Файл *main.c* управления портами *GPIO*

```
//@brief Show small image
void ShowImage ( const unsigned char * pImage, unsigned short * pCoordinates ) {
    unsigned long ulIndex_i, ulIndex_j;

    unsigned long bmpAddress = (unsigned long) pImage + 8;
    for ( ulIndex_i = 0; ulIndex_i < pCoordinates[3]; ulIndex_i++ ) {
        LCD_WriteReg ( SSD2119_X_RAM_ADDR_REG, pCoordinates[0] );
        LCD_WriteReg ( SSD2119_Y_RAM_ADDR_REG, pCoordinates[1] + ulIndex_i );
        LCD_WriteReg ( SSD2119_RAM_DATA_REG, *(_IO uint16_t *) bmpAddress );
        for ( ulIndex_j = 0; ulIndex_j < pCoordinates[2]; ulIndex_j++ ) {
            LCD_WriteRAM ( *(_IO uint16_t *) bmpAddress );
            bmpAddress += 2;
        }
    }
}
```

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT_REGS управления портами GPIO

```
#include "stm32f4xx_conf.h"
```

Файл main.c

```
volatile int32_t ITM_RxBuffer;
```

```
RCC_ClocksTypeDef RCC_Clocks;
```

```
extern const unsigned char gImage_Info[];
```

```
unsigned short InfoImage_coor[] = {0, 0, 0, 0};
```

```
void ShowImage ( const unsigned char * pImage,  
unsigned short * pCoordinates );
```

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT_REGS управления портами GPIO

Файл main.c

```
int main (void) {
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct;
    InfoImage_coor[2] = ((unsigned short)gImage_Info[3] << 8) + gImage_Info[2];
    InfoImage_coor[3] = ((unsigned short)gImage_Info[5] << 8) + gImage_Info[4];
    /* SysTick end of count event each 1 ms */
    RCC_GetClocksFreq ( &RCC_Clocks );
    SysTick_Config ( RCC_Clocks.HCLK_Frequency / 1000 );
    STM32f4_Discovery_LCD_Init();
    ShowImage ( gImage_Info, InfoImage_coor );
```

Программа MMVP_LW1_GP

Файл main.c

управления портами GPIO

// Далее следует программный блок непосредственного регистрового управления GPIO

```
int * pGeneralPointer;  
uint8_t uiIndex = 0;  
const uint8_t arGPIO_Pins[] = { 12, 15, 14 };
```

```
pGeneralPointer = (int *)0x40023830;  
*pGeneralPointer = 7;
```

В программный
код внедрена
ошибка!!!

```
pGeneralPointer = (int *)0x40020C00;  
*pGeneralPointer &= ~((0b11 << (arGPIO_Pins[0] * 2))  
| (0b11 << (arGPIO_Pins[1] * 2))  
| (0b11 << (arGPIO_Pins[2] * 2)));  
  
*pGeneralPointer |= ((0x01 << (arGPIO_Pins[0] * 2))  
| (0x01 << (arGPIO_Pins[1] * 2))  
| (0x01 << (arGPIO_Pins[2] * 2))));
```

Программа MMVP_LW1_GPIO_OUT_REGS управления портами GPIO

```
while (1) {  
    Delay ( 1000 );  
    pGeneralPointer = (int *)0x40020C14;  
    *pGeneralPointer ^= (1 << arGPIO_Pins [  
uiIndex++ ]);  
    uiIndex %= (sizeof(arGPIO_Pins) / sizeof(uint8_t));  
}  
return 1;  
}
```

Файл main.c

Программа MMVP_LW1_GP

Файл main.c

управления портами GPIO

```
//@brief Show small image
void ShowImage ( const unsigned char * pImage, unsigned short * pCoordinates ) {
    unsigned long ulIndex_i, ulIndex_j;

    unsigned long bmpAddress = (unsigned long) pImage + 8;
    for ( ulIndex_i = 0; ulIndex_i < pCoordinates[3]; ulIndex_i++ ) {
        LCD_WriteReg ( SSD2119_X_RAM_ADDR_REG, pCoordinates[0] );
        LCD_WriteReg ( SSD2119_Y_RAM_ADDR_REG, pCoordinates[1] + ulIndex_i );
        LCD_WriteReg ( SSD2119_RAM_DATA_REG, *(_IO uint16_t *) bmpAddress );
        for ( ulIndex_j = 0; ulIndex_j < pCoordinates[2]; ulIndex_j++ ) {
            LCD_WriteRAM ( *(_IO uint16_t *) bmpAddress );
            bmpAddress += 2;
        }
    }
}
```



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



*Лабораторная работа
завершена*