Учреждение образования

«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор университета

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.И. Драган

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

Регистрационный № УД \_\_\_\_\_\_\_\_ / р.

**Проектирование встраиваемых систем**

Учебная программа для специальности второй ступени высшего образования (магистратуры):

**1-39 81 01 Компьютерные технологии проектирования   
электронных систем**

Факультет *электронно-информационных систем*

Кафедра *"ЭВМ и системы"*

Семестр *1-й*

|  |  |
| --- | --- |
| Лекции 16 (*4) часов* | Экзамен *1-й семестр* |
| Лабораторные занятия 32 (*4) часа* |  |
| Аудиторных часов по учебной дисциплине 48 (*24) часов* |  |
| Всего часов по учебной дисциплине *138 часов* | Форма получения высшего образования *дневная*   (*заочная)* |

Составила *В.С. Разумейчик, кандидат технических наук*

2014 г.

#### Учебная программа составлена на основе базовой учебной программы «Проектирование встраиваемых систем» рег. № УД /баз. (утв. . .2014) для специальности второй ступени высшего образования (магистратуры) 1-39 81 01 Компьютерные технологии проектирования электронных систем.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на заседании кафедры "ЭВМ и систем"

"\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. (прот. №\_\_\_)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. С. Дереченник

Рассмотрена и рекомендована к утверждению Научно-методической комиссией факультета электронно-информационных систем

"\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. (прот. №\_\_\_)

Председатель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. С. Дереченник

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**Цель изучения дисциплины** – получение студентами базовых знаний по построению и использованию современных встраиваемых систем.

**Задачи дисциплины** – изучить аппаратные и программные особенности платформ встраиваемых систем, программную и аппаратную архитектуру процессоров ARM; приобрести навыки разработки и отладки программных компонентов и программного обеспечения встраиваемых систем.

Магистранты, проходящие данный курс, должны в объеме компетенций бакалавра владеть иностранным языком, уметь программировать на одном из процедурных или объектно-ориентированных языков, иметь представление о современной цифровой схемотехнике и компьютерных архитектурах, а также иметь базовые знания по операционным системам и сетевым технологиям.

В результате освоения дисциплины магистранты должны:

***знать:***

- основные компоненты встраиваемой системы;

- отличия платформ Android, Linux, Windows CE;

- принципы проектирования встраиваемой системы;

- основные способы загрузки и принципы отладки программного обеспечения встраиваемой системы;

***уметь:***

- программировать флэш-память на демонстрационной плате;

- использовать JTAG-отладчик;

- компилировать пользовательское приложение для использования   
во встраиваемой системе;

- отлаживать работу пользовательских приложений;

***иметь представление:***

- об основных методах обеспечения безопасности мобильных приложений.

Дисциплина изучается в первом семестре. Программа рассчитана на 138 учебных часов, из них аудиторных занятий для дневной формы обучения – 48 часов, для заочной – 24 часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий для дневной формы обучения: лекции – 16 часов, лабораторные занятия – 32 часа. Распределение аудиторных часов по видам занятий для заочной формы обучения: лекции – 4 часа, лабораторные занятия – 4 часа, управляемая самостоятельная работа – 16 часов. Форма контроля знаний – экзамен.

**Содержание учебного материала**

**Лекционные занятия**

1. Введение во встраиваемые системы

Основные особенности и классификация встраиваемых систем. Системы реального времени. Встроенное программное обеспечение.

Особенности встраиваемых систем на базе Windows CE, Linux, Android.

Варианты проектирования встраиваемых систем по шкале «глубины погружения» в аппаратно-программную организацию системы. Этапы (уровни) проектирования встраиваемых систем. Концепция высокоуровневого проектирования (High Level Design, HLD) встраиваемых систем. Методики проектирования встраиваемых систем.

1. Архитектура аппаратных средств встраиваемых систем

Типовая структура встраиваемой системы. Процессорное ядро. Модули основной памяти. Используемые виды памяти и накопителей для встраиваемых систем. Блоки управления. Периферийные модули.

Основные аппаратные платформы встраиваемых систем, их типовые характеристики, особенности и области применения. Архитектура микропроцессоров для встраиваемых систем. Классификация и структура микроконтроллеров. Типы архитектур программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Программируемые логические контроллеры (ПЛК).

1. Программирование процессоров ARM под GNU/Linux

Особенности архитектуры ARM. Система команд ARM. Команды Thumb как кодированное подмножество системы команд ARM. Преимущества и недостатки системы команд Thumb. Синтаксис ассемблера GNU/Linux.

1. Инструментальные средства автоматизации проектирования встраиваемых систем

Языки описания цифровой аппаратуры: Verilog-HDL, VHDL, AHDL. [Программы проектирования устройств на ПЛИС](http://bigor.bmstu.ru/?met/?doc=181_progrsyst/soft086.mod/?cou=Default/CAD_CAM.cou/?bck=181_progrsyst/soft086.mod). Стандартные языки программирования контроллеров (IEC 61131-3). Инструментальные среды разработки прикладных программ для программируемых логических контроллеров: ISaGRAF и CoDeSys*.*

Методы и средства совместной отладки аппаратных и программных средств: внутрисхемные эмуляторы и отладчики, платы развития, мониторы отладки, эмуляторы ПЗУ, интерфейс JTAG.

**Лабораторные занятия**

1. Знакомство с отладочной платой SK-AT91SAM9260. Эмулятор QEMU.
2. Структура программы и синтаксис ассемблера GNU для процессоров ARM. Использование аппаратных регистров, базовых инструментальных средств для кросс-компиляции и тестирования программы.
3. Параметры запуска ассемблера GAS, использование утилиты make для сбора многофайлового проекта. Особенности организации оперативной памяти устройства и доступа к ней.
4. Структура и средства генерации файла листинга. Директивы ассемблера и их влияние на работу транслятора и компоновщика.
5. Вычислительные возможности процессора ARM. Использование различных типов памяти, включая энергонезависимую FLASH-память, для хранения результатов вычислений.
6. Система прерываний. Совмещение ассемблерного кода и модуля на C.
7. Ознакомление с базовым набором системных программных средств, необходимым для компиляции и установки на ARM-устройство операционной системы GNU/Linux.
8. Принципы и инструменты удаленной отладки, отладка программы, запущенной на ARM-устройстве под управлением сформированного на предыдущем этапе образа операционной системы, с помощью отладчика GDB.

**Техническое обеспечение для организации лабораторных занятий**

1. Эмулятор QEMU.
2. Отладочная плата Atmel на базе ARM9 (SK-AT91SAM9260-SIM508).
3. Отладчик GDB.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**(заочное обучение)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество  аудиторных часов | | | Форма контроля знаний |
| Лекции | Лабораторные занятия | Управляемая  самостоятельная  работа магистранта |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **1** | **Введение во встраиваемые системы** | **1,5** | **-** | **2** |  |
| 1.1 | Основные особенности и классификация встраиваемых систем. | 0,5 |  |  |  |
| 1.2 | Особенности встраиваемых систем на базе Windows CE, Linux, Android |  |  | 1 | а, в |
| 1.3 | Методики проектирования встраиваемых систем | 1 |  | 1 | а, в |
| **2** | **Архитектура аппаратных средств  встраиваемых систем** | **1,5** | **-** | **2** |  |
| 2.1 | Типовая структура встраиваемой системы | 0,5 |  | 1 | а, в |
| 2.2 | Основные аппаратные платформы встраиваемых систем | 1 |  | 1 | а, в |
| **3** | **Программирование процессоров ARM под GNU/Linux** | **1** | **4** | **8** |  |
| 3.1 | Особенности архитектуры ARM. Отладочная плата SK-AT91SAM9260.  Эмулятор QEMU. | 1 |  | 1 | в |
| 3.2 | Структура программы и синтаксис ассемблера GNU для процессора ARM. Базовые средства кросс-компиляции. |  | 2 | 1 | б, в |
| 3.3 | Параметры запуска ассемблера GAS. Сборка многофайлового проекта. Особенности доступа к оперативной памяти устройства. |  | 2 | 1 | б, в |
| 3.4 | Работа с файлом листинга. Директивы ассемблера и их влияние на работу транслятора и компоновщика. |  |  | 1 | в |
| 3.5 | Вычислительные возможности процессора ARM. Использование различных типов памяти для хранения результатов вычислений. |  |  | 1 | в |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 3.6 | Система прерываний. Совмещение ассемблерного кода и модуля на C. |  |  | 1 | в |
| 3.7 | Базовый набор инструментов для компиляции и установки ОС GNU/Linux на ARM-устройство. |  |  | 1 | в |
| 3.8 | Принципы и инструменты удаленной отладки с помощью отладчика GDB. |  |  | 1 | в |
| **4** | **Инструментальные средства автоматизации проектирования и отладки встраиваемых систем** | **-** | **-** | **4** |  |
| 4.1 | Языки описания аппаратуры. [Программы проектирования устройств на ПЛИС](http://bigor.bmstu.ru/?met/?doc=181_progrsyst/soft086.mod/?cou=Default/CAD_CAM.cou/?bck=181_progrsyst/soft086.mod). Стандартные языки программирования контроллеров (IEC 61131-3). |  |  | 2 | в |
| 4.2 | Методы и средства совместной отладки аппаратных и программных средств: внутрисхемные эмуляторы и отладчики, платы развития, мониторы отладки, эмуляторы ПЗУ, интерфейс JTAG. |  |  | 2 | в |
|  | **Итого** | **4** | **4** | **16** |  |

Формы контроля знаний:

а) выборочный опрос на лекции;

б) отчет по лабораторной работе;

в) индивидуальные консультации.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**(дневное обучение)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество  аудиторных часов | | | Форма контроля знаний |
| Лекции | Лабораторные занятия | Управляемая  самостоятельная  работа магистранта |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **1** | **Введение во встраиваемые системы** | **6** | **-** | **-** |  |
| 1.1 | Основные особенности и классификация встраиваемых систем. | 2 |  |  | а |
| 1.2 | Особенности встраиваемых систем на базе Windows CE, Linux, Android | 2 |  |  | а |
| 1.3 | Методики проектирования встраиваемых систем | 2 |  |  | а |
| **2** | **Архитектура аппаратных средств  встраиваемых систем** | **4** | **-** | **-** |  |
| 2.1 | Типовая структура встраиваемой системы | 2 |  |  | а |
| 2.2 | Основные аппаратные платформы встраиваемых систем | 2 |  |  | а |
| **3** | **Программирование процессоров ARM под GNU/Linux** | **2** | **32** | **-** |  |
| 3.1 | Особенности архитектуры ARM. Отладочная плата SK-AT91SAM9260. Эмулятор QEMU. | 2 | 4 |  | а, б |
| 3.2 | Структура программы и синтаксис ассемблера GNU для процессора ARM. Базовые средства кросс-компиляции. |  | 4 |  | б |
| 3.3 | Параметры запуска ассемблера GAS. Сборка многофайлового проекта. Особенности доступа к оперативной памяти устройства. |  | 4 |  | б |
| 3.4 | Работа с файлом листинга. Директивы ассемблера и их влияние на работу транслятора и компоновщика. |  | 4 |  | б |
| 3.5 | Вычислительные возможности процессора ARM. Использование различных типов памяти для хранения результатов вычислений. |  | 4 |  | б |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 3.6 | Система прерываний. Совмещение ассемблерного кода и модуля на C. |  | 4 |  | б |
| 3.7 | Базовый набор инструментов для компиляции и установки ОС GNU/Linux на ARM-устройство. |  | 4 |  | б |
| 3.8 | Принципы и инструменты удаленной отладки с помощью отладчика GDB. |  | 4 |  | б |
| **4** | **Инструментальные средства автоматизации проектирования и отладки встраиваемых систем** | **4** | **-** | **-** |  |
| 4.1 | Языки описания аппаратуры. [Программы проектирования устройств на ПЛИС](http://bigor.bmstu.ru/?met/?doc=181_progrsyst/soft086.mod/?cou=Default/CAD_CAM.cou/?bck=181_progrsyst/soft086.mod). Стандартные языки программирования контроллеров (IEC 61131-3). | 2 |  |  | а |
| 4.2 | Методы и средства совместной отладки аппаратных и программных средств: внутрисхемные эмуляторы и отладчики, платы развития, мониторы отладки, эмуляторы ПЗУ, интерфейс JTAG. | 2 |  |  | а |
|  | **Итого** | **16** | **32** |  |  |

Формы контроля знаний:

а) выборочный опрос на лекции;

б) отчет по лабораторной работе;

**Информационно-методическая часть**

###### **Основная литература**

1. Платунов, А.Е. Высокоуровневое проектирование встраиваемых систем. – СПб.: НИУ ИТМО, 2011. – 121 с.
2. Ключев, А.О. Аппаратные и программные средства встраиваемых   
   систем: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 290 с.
3. Таненбаум, Э. Современные операционные системы. – СПб.: Питер, 2002. – 1040 с.
4. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера. – СПб.: Питер, 2012. – 844 с.
5. Berger, Arnold S. Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques. – CMP Books, USA, 2002 – 237 p.
6. Баррет, С.Ф. Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства 68HC12 / HCS12 с применением языка С. – М.: Изд. дом «ДМК пресс», 2007. – 640 с.

###### **Дополнительная литература**

1. Комолов, Д.А. Системы автоматизированного проектирования фирмы Altera MAX+plus II и Quartus II. – М: ИП РадиоСофт, 2002 – 352 с.
2. Угрюмов, Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2000. – 528 с.
3. Поляков, А.К. Языки Verilog HDL и VHDL в проектировании цифровой аппаратуры. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 320 с.
4. Бабак, В.П. VHDL. Справочное пособие по основам языка. – М.: Изд. дом «Додэка-XXI», 2008. – 224 с.
5. Стешенко, В.Б. ПЛИС фирмы Altera: проектирование устройств обработки сигналов. – М.: ДОДЕКА, 2000. – 128 с.
6. Платунов, А. Встраиваемые системы управления // Control engineering (Россия). – 2013, Т.43. – №1. – С. 16-24.
7. QEMU open source processor emulator. *http://wiki.qemu.org*