Министерство образования и науки РФ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” имени В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

*«Системы реального времени»*

Для подготовки магистров по направлению 230100.68

*«Информатика и вычислительная техника»*

Санкт-Петербург

2011

Санкт-Петербургский государственный электротехнический

университет “ЛЭТИ”

"УТВЕРЖДАЮ"

проректор по учебной работе

Лысенко Н.В.

"\_\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г.

Рабочая программа

дисциплины

*«Системы реального времени»*

Для подготовки дипломированных магистров по направлению 230100.68

*«Информатика и вычислительная техника»*

Уч.план № 545

Факультет компьютерных технологий и информатики

Кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

Курс – 1

Семестр – 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лекции | 36 ч. |  | Экзамен | 1 семестр |
|  |  |  |  |  |
| Лабораторные занятия | 36 ч. |  | Зачет | 1 семестр |
|  |  |  |  |  |
| Курсовая работа | ч. |  | Курсовая работа | 1 семестр |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Аудиторные занятия | 72 ч. |
| Самостоятельные занятия | 108 ч. |
| Всего часов | 180 ч. |

2011 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2011 г., протокол № \_\_\_\_.

Рабочая программа составлена в соответствии с государственным образовательным стандартом для дипломированных магистров по направлению

230100.68 — «Информатика и ВТ»

Дисциплина «Системы реального времени» преподается на основе изученных ранее базовых дисциплин подготовки бакалавров по направлению «Информатика и вычислительная техника» и обеспечивает изучение следующих дисциплин:

* Архитектура и информационное взаимодействиев КИУС;
* Технология разработки ПО.

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета компьютерных технологий и информатики «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2011 г.

Аннотация дисциплины

Дисциплина посвящена изучению принципов организации систем реального времени (СРВ), особенностей их архитектуры на уровне аппаратной платформы, операционной среды и средств программирования. Лекционный курс состоит из введения и пяти тем. Рассматриваются основные характеристики СРВ, ограничения жесткого и мягкого реального времени, понятие предсказуемости, приводятся примеры систем реального времени. В рамках рассмотрения аппаратной платформы изучаются целевые и инструментальные системы, элементы архитектуры микроконтроллеров, особенности интерфейсов СРВ. В разделе операционных сред рассматриваются особенности их организации, характерные для СРВ - проблема инверсии приоритетов, протокол наследования приоритетов, протокол предельных приоритетов, вопросы приоритетного планирования, обеспечивающего выполнение ограничений реального времени. Отдельной темой рассматриваются вопросы синхронизации, средства их реализации и классические задачи, иллюстрирующие их использование. Тема, посвященная средствам разработки СРВ, раскрывает особенности языков реального времени на примере расширения Java для СРВ, основы CDL, расширение UML для проектирования СРВ. Лабораторный практикум включает в себя 6 заданий на реализацию задач синхронизации на основе учебного ядра реального времени.

**Цели и задачи дисциплины**

1. Изучение принципов организации СРВ, особенностей архитектуры на уровне аппаратной платформы, операционной среды и средств программирования.
2. Приобретение навыков использования механизмов синхронизации при программировании СРВ.

**Требования к уровню освоения дисциплины**

В результате изучения дисциплины студенты должны:

1. Знать принципы, положенные в основу построения архитектуры СРВ на уровне аппаратной платформы, операционной среды и средств разработки.
2. Уметь использовать методы разработки приложений реального времени на основе классических приемов синхронизации.
3. Иметь представление о современном состоянии и перспективах развития автоматизированных систем обработки информации и управления реального времени, технологиях и инструментарии для их разработки.

Содержание рабочей программы

**Тема 1. Общая характеристика систем реального времени**

Особенности СРВ, основные характеристики. Ограничения жесткого и мягкого реального времени. Понятие предсказуемости. Примеры систем реального времени. Архитектура СРВ

**Тема 2. Аппаратная платформа систем реального времени**

Встроенные системы реального времени, сферы применения встроенных систем. Условия функционирования и требования ко встроенным системам. Целевые и инструментальные системы. Элементы архитектуры микроконтроллеров. Механизмы ввода/вывода, ввод/вывод по готовности, по прерыванию, прямой доступ в память. Таймеры. Агрегатные элементы систем реального времени, средства взаимодействия с объектом. Подсистемы аналого-цифрового ввода, цифро-аналогового вывода, дискретного ввода/вывода. Интерфейсы аппаратной среды. Последовательный коммуникационный интерфейс. Последовательный коммуникационный протокол CAN (*Control Area Network*). Интерфейсы последовательной связи RS-232, RS-485. Приборный интерфейс. Магистрально-модульные интерфейсы.

**Тема 3. Операционные среды реального времени**

Архитектура операционной среды, инструментальная и целевая части. Событийные и синхронные системы. Задачи и экземпляры задач. Внешние и внутрисистемные события. Простые, составные и фоновые задачи. Состояния задачи. Процедура переключения контекстов. Диспетчеризация задач, режим вытеснения, time-slicing. Средства координации выполнения задач. Проблема корректности многозадачных приложений. Проблема инверсии приоритетов, протокол наследования приоритетов, протокол предельных приоритетов. Планирование задач, приоритетное планирование. Циклический исполнитель. Дисциплина Rate Monotonic. Динамические алгоритмы планирования. Стандарт POSIX и его расширение для систем реального времени. Спецификация планирования задач в Real-Time POSIX, спорадический сервер.

**Тема 4. Синхронизация в системах реального времени**

Концепция процесса, проблема синхронизации. Средства описания процессов. Алгоритм Деккера. Механизм семафоров. Задача «Поставшик-потребитель». Реализация механизма семафоров в СРВ. Механизм взаимного исключения (*Mutex)*, реализация в СРВ. Монитор, механизм сигналов. Задача «Читатели-редакторы». Задачи в языке АДА, механизм рандеву. Реализация механизма сигналов и семафоров через рандеву. Отбор среди входов, задача «Обедающие философы».

**Тема 5. Средства разработки систем реального времени**

Особенности языков реального времени. Расширение Java для СРВ. Основы CDL (*Component Distribution Language*). Расширение UML (*Unified Modeling Language*) для проектирования СРВ. Состояние развития, активность в области разработки стандартов. Структуры пользовательского интерфейса. SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) системы.

#### **Перечень лабораторных работ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование работы | Номер темы | Трудоемкость |
| 1 | Модель железнодорожного перегона | 4 | 6 |
| 2 | Модель дорожного перекрестка | 4 | 6 |
| 3 | Модель назначения однородных ресурсов | 4 | 6 |
| 4 | Модель клиент - сервер | 4 | 6 |
| 5 | Модель лифта | 4 | 6 |
| 6 | Модель парикмахерской | 4 | 6 |

**Цели и содержание курсовой работы**

Курсовая работа состоит из четырех частей, каждая из которых посвящена реализации определенных аспектов многопоточного приложения и связанных с многопоточностью проблем синхронизации.

В качестве средств реализации предлагаются интегрированная среда разработки Eclipse (Eclipse Community, www.eclipse.com) и комплект JDK 1.5. (Компания Sun, www.sun.com) Оба средства доступны для скачивания из Internet и предоставляют лицензии, позволяющие свободно использовать их как в учебном процессе, так и в коммерческих разработках.

В первой части курсовой работы ставится задача реализации и исследования работы нескольких параллельных ниток (threads). Данная задача служит для знакомства с элементами построения многопоточных приложений средствами высокого уровня и является подготовительной для реализации последующих разделов работы.

Вторая часть посвящена реализации модели «Поставщик-потребитель» и предназначена для освоения механизма мониторов, который является основным высокоуровневым механизмом синхронизации в СРВ и используется для получения дальнейших решений.

Третья часть представляет собой задачу реализации классической модели «Обедающие философы», в которой требуется найти решение обхода тупиковой ситуации. Основной целью данного раздела является практическое знакомство с тупиками и средствами решения данной проблемы.

В четвертой части необходимо реализовать модель задачи «Читатели-писатели», которая является классической в проблеме использования разделяемого ресурса несколькими процессами.

Ориентировочная трудоемкость — 36 часов.

**Распределение учебных часов по темам, видам занятий**

**и видам самостоятельной работы**

**Распределение учебных часов по темам, видам занятий**

**и видам самостоятельной работы**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  темы | Название разделов и тем | Объем учебных часов | | | | | | | Семестр | Литература по темам |
| Лекции | Лаб.  занят. | Пр.занят. | Аудит.  занят. | | Сам.  работа | Всего |
| Всего | в т.ч. инт.формы |
| 1 | Общая характеристика систем реального времени | 2 |  |  | 2 |  |  | 2 | 1 | Л1, Л2, Д1-Д7 |
| 2 | Аппаратная платформа систем реального времени | 8 |  |  | 8 |  | 4 | 12 | 1 | Л1, Л2, Д1-Д7 |
| 3 | Операционные среды реального времени | 8 |  |  | 8 |  | 11 | 19 | 1 | Л1, Л2, Д1-Д7 |
| 4 | Синхронизация в системах реального времени | 10 | 36 |  | 46 | 36 | 20 | 66 | 1 | Л1, Л2, Д1-Д7 |
| 5 | Средства разработки систем реального времени | 8 |  |  | 8 |  | 11 | 19 | 1 | Л1, Л2, Д1-Д7 |
| Курсовая работа | |  |  |  |  |  | 36 | 36 | 1 |
| Подготовка к экзамену | |  |  |  |  |  | 36 | 36 | 1 |
| ИТОГО: | | 36 | 36 |  | 72 | 36 | 108 | 180 |  |

**Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

# Основная литература

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название, библиографическое описание | Л | Лр | Пз (С) | Кп | Кр | К-во экз. в библ. (на каф.) | Гриф |
| Л1 | Таненбаум Э. Современные операционные системы. Modern Operating Systems. Серия: Классика Computer Science. СПб: Питер, 2007. - 1120 с. | 1 | 1 |  |  | 1 | У(73) |  |
| Л2 | Никифоров В.В. Уч.пособие: Операционные системы реального времени. – СПб.: РГПУ, 2006 | 1 | 1 |  |  | 1 | нет |  |

##### Дополнительная литература

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Название, библиографическое описание | К-во экз. в библ. (на каф.) |
| **Д1** | Джежани Н. Язык АДА. - М.: Мир, 1988 | У(8) |
| **Д2** | Фомичев В.С. Управление вычислительным процессом. Л.: ЛЭТИ, 1989 | У(179) |
| **Д3** | Фомичев В.С. Синхронизация вычислительных процессов. Л.: ЛЭТИ, 1990 | У(123) |
| **Д4** | Ноутон П., Шилдт Г. Java 2. СПб.: БХВ-Петербург, 2000, 2003 | У(7),  У(4) |
| **Д5** | Никифоров В.В. Разработка программных средств для встроенных систем. – СПб.: СПбГЭТУ, 2000 | У(68) |
| **Д6** | Сидельников В.В., Широков В.В. Модели задач синхронизации в системах реального времени. – СПб.: СПбГЭТУ, 2000 | Ф(4)  ЧЗ1(5) |
| **Д7** | Сидельников В.В., Широков В.В. Управление в программных средах АСОИУ.- СПб.: СПбГЭТУ, 1994 | нет |

|  |  |
| --- | --- |
| Зав. отделом учебной литературы *(для технических дисциплин)* | Киселева Т.В |
|  |  |

**Электронные информационные ресурсы**

|  |  |
| --- | --- |
| № | **Название (адрес в Интернет)** |
| **Э1** | Eclipse - an open development platform (www.eclipse.org) |
| **Э2** | J2SE with documentation (http://java.sun.com/j2se/1.4.2/download.html) |
| **Э3** | Code Conventions for the Java Programming Language (http://java.sun.com/docs/codeconv/index.html) |
| **Э4** | Мобильное программирование приложений реального времени в стандарте POSIX (http://www.intuit.ru/department/se/posix2/) |
| **Э5** | Использование UML при моделировании сложных систем реального времени (http://www.interface.ru/fset.asp?Url=/rational/uml\_2.htm) |
| **Э6** | Real-time Specification for Java (http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/mrel/jsr001/index2.html) |

|  |  |
| --- | --- |
| Авторы: |  |
| (с д.т.н., профессор | Никифоров В.В. |
| к.т.н., доцент | Егоров С.С. |
| к.т.н., доцент | Сидельников В.В. |
| к.т.н., доцент | Широков В.В. |
|  |  |
| Рецензент |  |
| к.т.н., доцент | Власенко С.В. |
|  |  |
| Зав. кафедрой автоматизированных систем обработки информации управленияи и управления |  |
| д.т.н., профессор | Советов Б.Я. |
|  |  |
| Декан факультета компьютерных технологий и информатики |  |
| д.т.н., профессор | Куприянов М.С. |
|  |  |
| Программа согласована: |  |
|  |  |
| Председатель методической комиссии факультета *компьютерных*  *технологий и информатики* |  |
| к.т.н., доц. | Михалков В.А. |
|  |  |
| Руководитель методического отдела |  |
| к.т.н., доцент | Марасина Л.А. |
|  |  |