

Министерство образования и науки
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Системы реального времени»

для специальности

230101 — « Вычислительные
машины, комплексы, системы и
сети»

реализуемой на факультете

компьютерных наук и информационных технологий

Саратов, 2011 год

Рабочая программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 230101 – «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» (номер государственной регистрации 224 тех/дс. от «27» марта 2000 г.)

ОДОБРЕНО:

Председатель научно-методической комиссии факультета КНиИТ

Салий В.Н.

« ____ » _____ 2011 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической работе

Елина Е.Г.

« ____ » _____ 2011 г.

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета КНиИТ

Федорова А.Г.

« ____ » _____ 2011 г.

Вид учебной работы	Бюджет времени по формам обучения, час.		
	очная	очно-заочная	заочная
Аудиторные занятия, всего	39		8
В том числе:			
- лекции;	26		6
- лабораторные (практические)	13		2
- семинарские			-
Самостоятельная работа студентов	39		70
Зачёты (№ семестра)	9		-
Экзамены (№ семестра)	9		11
Контрольные работы (кол-во/семестр)	-		-
Курсовая работа			-

Заведующий кафедрой ДМиИТ

Тяпаев Л.Б.

Автор

Синельников Е.А.

« ____ » _____ 2011 г.

Раздел 1. Организационно-методическое сопровождение

Курс «Системы реального времени» для студентов факультета компьютерных наук и информационных технологий обеспечивается кафедрой дискретной математики и информационных технологий. Курс читается в девятом семестре.

Цель дисциплины – дать студентам систематизированные сведения о базовых принципах функционирования и методах разработки систем реального времени, а также сформировать практические навыки организации вычислительных процессов в системах реального времени .

1. В результате изучения курса студент должен знать:
 - принципы организации вычислительных процессов в цифровых информационно-управляющих системах, работающих в реальном масштабе времени;
 - взаимосвязь программных и аппаратных средств в системах этого класса, методы управления памятью и синхронизации взаимодействующих процессов;
 - принципы контроля достоверности обработки информации в системах реального времени;
 - основные теоретические методы построения и анализа систем реального времени.
2. В результате изучения курса студент должен уметь:
 - применять системные средства операционных систем при разработке программ систем реального времени;
 - рассчитывать и анализировать характеристики и показатели эффективности систем реального времени с позиции программиста-аналитика;
 - использовать для программирования алгоритмические языки уровня Си.

3. Дисциплина связана с дисциплинами:

Операционные системы (Принципы организации программного управления вычислительными системами, модульная архитектура операционных систем).

Организация ЭВМ и систем (Архитектура вычислительных систем. Аппаратные средства поддержки управления памятью и подсистемы прерываний).

Системное программное обеспечение (Основные программные средства управления операционными системами и программирования в консоли).

Теория автоматов (Модель конечного детерминированного автомата).

Раздел 2. Тематический план учебной дисциплины

Наименование раздела, подраздела, темы лекции	Бюджет учебного времени					Форма текущего и итогового контроля
	Всего	в том числе				
		Лекции	Лабораторные и практические занятия	Семинарские занятия	Самостоятельная работа	
Очная полная программа						
1. Введение в предмет и задачи систем реального времени (СРВ)	4	2			2	
2. Концепции функционирования и реализации СРВ	8	4			4	
3. Средства управления прерываниями в СРВ	6	2	2		2	
4. Управление процессами в операционных системах реального времени (ОСРВ)	12	4	2		6	
5. Методы и средства межпроцессного взаимодействия в ОСРВ	13	4	3		6	
6. Управление памятью в ОСРВ	8	2	2		4	
7. Архитектура аппаратных средств и их роль для СРВ	9	2	2		5	
8. Методы тестирования и верификации СРВ	12	4	2		6	
9. Стандарты на СРВ	6	2			4	
ИТОГО:	78	26	13		39	Зачёт и отчёт по практике
Заочная полная программа						
1. Введение в предмет и задачи систем реального времени (СРВ)	4	0			4	
2. Концепции функционирования и реализации СРВ	8	2			6	
3. Средства управления прерываниями в СРВ	6				6	
4. Управление процессами в операционных системах реального времени (ОСРВ)	12	2	2		8	
5. Методы и средства межпроцессного взаимодействия в ОСРВ	13	2			11	
6. Управление памятью в ОСРВ	8				8	
7. Архитектура аппаратных средств и их роль для СРВ	9				9	
8. Методы тестирования и верификации СРВ	12				12	
9. Стандарты на СРВ	6				6	
ИТОГО:	78	6	2		70	Зачёт и отчёт по практике

Раздел 3. Содержание учебной дисциплины

Тема 1. Введение в предмет и задачи систем реального времени

Основные этапы развития информационно-управляющих систем реального времени (СРВ). Типичные времена реакции на внешние события управляемые СРВ. Современный уровень развития СРВ. Определение операционной системы реального времени (ОСРВ). Основные области применения ОСРВ и особенности оборудования, на котором работают ОСРВ. Примеры типовых систем реального времени.

Тема 2. Концепции функционирования и реализации систем реального времени

Особенности реализации задач, требующих работы в реальном времени. Задачи, управляемые с помощью ОСРВ. Базовые подсистемы составляющие ОСРВ. Основные отличия подсистем необходимых для построения ОС общего назначения от подсистем необходимых для построения ОСРВ. Категории ОСРВ: специализированные (Host/Target) и общего назначения (Self-Hosted). Архитектуры СРВ на для микроконтроллеров. Концепция монолитного ядра, микроядерный и объектно-ориентированный подходы к построению ОСРВ.

Тема 3. Средства управления прерываниями в системах реального времени.

Подсистема прерываний и её роль в СРВ. Основные типы прерываний (синхронные и асинхронные прерывания, прерывания по получению данных, прерывания по аварийному завершению процесса, прерывания по вводу-выводу). Управление прерываниями в ОСРВ. Время реакции на прерывания. Аппаратные средства поддержки подсистемы прерываний и особенности их архитектуры.

Тема 4. Управление процессами в операционных системах реального времени.

Подсистема управления и планирования процессами в ОСРВ и её связь с подсистемой прерываний. Особенности организации процессов в ОСРВ (запуск процесса, состояния процесса, операции над процессами, приоритеты процессов). Основные алгоритмы планирования задач, используемые в ОСРВ. Основные средства ОСРВ для управления процессами (события, сигналы, прерывания).

Тема 5. Методы и средства межпроцессного взаимодействия.

Виды ресурсов и типы взаимодействия процессов в задачах реального времени. Основные примитивы синхронизации межпроцессного взаимодействия (программные каналы, семафоры, общая память, таймеры) и их особенности в ОСРВ. Аппаратная поддержка средств синхронизации и их роль для ОСРВ. Примеры межпроцессной синхронизации.

Тема 6. Управление памятью в системах реального времени.

Подсистема управления памяти в ОСРВ. Особенности организации управления памятью и её типы. Виртуальная память и требования реального времени. Аппаратные средства поддержки подсистемы управления памяти и особенности их архитектуры.

Тема 7. Архитектура аппаратных средств и их роль для систем реального времени.

Роль архитектуры процессора и системных шин для ОСРВ. Программные модели процессоров. Влияние требований реального времени на выбор архитектуры процессора. Программные модели управления системными шинами. Особенности реализации драйверов в СРВ.

Тема 8. Методы тестирования и верификации систем реального времени.

Оценка качества программного обеспечения для СРВ и методы его контроля. Модели и техники, используемые для построения тестов СРВ. Автоматные методы построения тестов для СРВ.

Тема 9. Стандарты на системы реального времени

Стандарты на ОСПВ и их роль в развитии ОСПВ. Нормы ESSE консорциума VITA. Стандарт POSIX 1003.1b. Стандартизация основных API, утилит расширений «реального времени». Стандартизация потоков (threads). Стандарт SCEPTRE: цели ОСПВ и виды сервиса предоставляемого ОСПВ, функции ОСПВ, классы задач ОСПВ, виды их взаимоотношений и состояний.

Раздел 4. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература

1. Олифер В.Г., Олифер Н. А. *Сетевые операционные системы* — СПб.: Питер, 2003
2. Синельников Е. А. Курс. Системы реального времени. — 2010.
<http://course.sgu.ru/course/view.php?id=11>

Дополнительная литература

1. Таненбаум, Эндрю С. *Современные операционные системы*. 2-е изд. — СПб. Питер, 2007.
2. Богачёв К. Ю. *Основы параллельного программирования* — М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.
3. Карпов Ю. Г. *Верификация параллельных и распределённых программных систем*. — СПб: БХВ-Петербург, 2010.
4. Таненбаум, Эндрю С. *Архитектура компьютера*. 5-е изд. — СПб. Питер, 2010
5. Курячий Г. В., Маслинский К. А. *Операционная система Linux*. — 2005.
<http://www.intuit.ru/department/os/linux/>
6. Bruyninckx H. *Real Time and Embedded Guide* – K.U.Leuven, Belgium, 2002
<http://people.mech.kuleuven.ac.be/~bruyininc/rthowto/>

Раздел 5. Перечень средств обучения.

Лабораторные занятия проводятся в дисплейном классе с выходом в Internet.

Необходимое аппаратное обеспечение:

1. Комплект отладочных плат для разработчика на базе микроконтроллеров AVR
2. Набор программаторов к отладочным платам
3. Кабели для подключения программаторов и микроконтроллеров к ПК

Необходимое программное обеспечение:

1. ОС Linux или ОС Windows;
2. консольный файловый менеджер (Fm под Windows или mc под Linux);
3. кросскомпилятор C/C++ для микроконтроллеров AVR (avr-gcc под Linux или WinAVR под Windows);
4. виртуализатор VirtualBox (версии 4.0.4 или старше);
5. система контроля версий Git (опционально средства интеграции со средами разработки).

Раздел 6. Темы вопросов к курсу в экзаменационных билетах.

1. Определение операционных систем реального времени (ОСРВ). «Сильное» и «слабое» реальное время.
2. Типичные времена реакции на внешние события в управляемых ОСРВ процессах. Их влияние на программное и аппаратное устройство вычислительных систем.
3. Основные области применения ОСРВ. Тенденции использования и перспективы развития ОСРВ.
4. Особенности оборудования, на котором работают ОСРВ. «Обычные» и промышленные компьютеры, встраиваемые системы.
5. Основные особенности ОСРВ, диктуемые необходимостью работы на промышленном компьютере.
6. Определения основных подсистем необходимых для построения ОСРВ. Основные отличия подсистем необходимых для построения ОС общего назначения от подсистем необходимых для построения ОСРВ
7. Определение и особенности подсистемы управления и планирования процессами в ОСРВ.
8. Определение и особенности подсистемы синхронизации у межпроцессного взаимодействия в ОСРВ.
9. Определение и особенности подсистемы управления памяти в ОСРВ. Виртуальная память и требования «реального времени».
10. Определение и особенности подсистемы управления прерываниями в ОСРВ. Время реакции на прерывания.
11. Типы задач реального времени и виды их программирования.
12. Виды ресурсов и типы взаимодействия процессов в задачах «реального времени».
13. Состояния процесса и механизмы перехода из одного состояния другое.
14. Стандарты на ОСРВ. Их роль в развитии ОСРВ. Нормы ESSE консорциума VITA.
15. Стандарты на ОСРВ. Стандарт POSIX 1003.1b. Стандартизация основных API, утилит расширений «реального времени». Стандартизация потоков (threads).
16. Стандарты на ОСРВ. Стандарт SCEPTRE: цели ОСРВ и виды сервиса предоставляемого ОСРВ, функции ОСРВ, классы задач ОСРВ, виды их взаимоотношений и состояний.
17. Классический и объектно-ориентированный подход к построению ОСРВ.
18. Синхронизация и взаимодействие процессов. Семафоры, почтовые ящики и очереди задач.
19. Объекты синхронизации POSIX 1003.1b: семафоры, очереди сообщений, разделяемая память.
20. Объекты синхронизации POSIX 1003.1c: взаимные исключения и условные переменные.
21. Планирование задач и его цели в ОСРВ. Требования к планировщику и его роль в ОСРВ.
22. Приоритеты и схемы их назначения. Инверсия приоритетов и методы борьбы с ней.
23. Стратегии планирования задач. Типичные схемы планирования в ОСРВ.

24. Контекст задачи, контекст исполнения, переключение контекста. Роль и задачи диспетчера в ОСРВ.
25. Типы архитектур операционных систем и их особенности при реализации соответствующих ОСРВ.
26. Категории ОСРВ: Self-Hosted, Host/Target, специализированные и общего назначения.
27. Обзор ОСРВ общего назначения: QNX, VxWorks, RTEMS, CHORUS, OS/9, pSOS.
28. Обзор ОСРВ на базе Linux: RTLinux, RTAI, Xenomai, ... Технологии реализации.
29. Обзор ОСРВ на базе Windows: RTX, Hyperkernel, ... Технологии реализации.
30. Основные аппаратные средства поддержки реализации ОСРВ. Основные ограничения накладываемые необходимостью поддержки работы в «реальном времени».
31. Архитектуры процессоров и их роль для ОСРВ. Программные модели процессоров. Влияние требований реального времени на выбор архитектуры процессора.
32. Архитектуры системных шин и их роль для ОСРВ. Обзор системных шин.
33. Аппаратные средства поддержки подсистемы прерываний ОСРВ и особенности их архитектуры.
34. Аппаратная поддержка средств синхронизации и их роль для ОСРВ.
35. Аппаратная поддержка многозадачности и многопроцессорности и их роль для ОСРВ.