

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет прикладной математики и информатики

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФПМИ

профессор, д.т.н. Лемешко
Борис Юрьевич

“ ” г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы реального времени

ООП: специальность 010503.65 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Шифр по учебному плану: СД.Ф.5

Факультет: прикладной математики и информатики очная форма обучения

Курс: 4, семестр: 8

Лекции: 18

Практические работы: - Лабораторные работы: 18

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 8

Самостоятельная работа: 69

Экзамен: - Зачет: 8

Всего: 105

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 351500 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.(№ 72 мжд/сп от 10.03.2000)

СД.Ф.5, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Программных систем и баз данных протокол № 3 от 31.08.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Кобылянский Валерий Григорьевич

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Попов Александр Александрович

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Попов Александр Александрович

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
СД.Ф.5	Классификация задач реального времени, основные требования к вычислительным средствам и характеристикам исполнения; архитектура систем реального времени; языки программирования: основные конструкции, методы и приемы программирования; архитектура программного обеспечения систем реального времени; оценка эффективности функционирования; примеры типовых систем.	105

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС специальности 351500.
Адресат курса	Студенты специальности 010503.65 - "Математическое обеспечение и администрирование информационных систем".
Основная цель (цели) дисциплины	Сформировать базовые знания по классификации задач реального времени, способам обмена данными между ЭВМ и внешними устройствами, особенностям и оценке эффективности функционирования систем реального времени, особенностям функционирования операционных систем реального времени.
Ядро дисциплины	1. Классификация задач и систем реального времени. 2. Средства связи с объектом управления 3. Операционные системы реального времени (на примере QNX).
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Материал курса может быть востребован при выполнении выпускной квалификационной работы.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для освоения курса необходимо иметь знания по курсам "Программирование" и "Операционные системы"
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Учебный процесс основан на стандартных технологиях обучения (лекции и лабораторные работы). Контроль знаний по всем темам, выносимым на лабораторные работы, проводится с применением тестов в среде электронного обучения Moodle.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	о системах жесткого и мягкого реального времени (РВ),
2	о способах и протоколах обмена данными между ЭВМ и внешними устройствами,
3	об особенностях операционных систем (ОС) РВ и их отличиях от ОС общего назначения
знать	
4	классификацию и структуру систем реального времени;
5	методы обнаружения ошибок передачи данных;
6	требования, предъявляемые к системам реального времени;
7	алгоритмы планирования процессов в ОС РВ,
8	теорему о верхней границе коэффициента использования центрального процессора и теорему о времени завершения,
9	основы применения ОС РВ QNX для решения задач РВ.
уметь	
10	программировать последовательные интерфейсы для обмена данными ЭВМ с внешними устройствами;
11	планировать периодические и аperiodические задачи жесткого РВ;
12	инсталлировать и настраивать ОС РВ QNX-6, а также работать в графической оболочке Photon microGUI;
13	использовать средства командного языка shell для разработки командных сценариев,
14	использовать встроенные механизмы QNX-6 (обмен сообщениями, синхронизация потоков, таймеры)
иметь опыт (владеть)	
15	разработки приложений в среде QNX

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8		
Дидактическая единица: Общие понятия и определения систем реального времени		
Определения систем реального времени (СРВ). Примеры типовых СРВ. Жесткие и мягкие СРВ. Архитектура и параметры СРВ. Управляемая подсистема. Управляющая подсистема. Подсистема оператора. Классификации задач реального времени, параметры задач. Основные требования к	2	1, 4, 6

вычислительным средствам и характеристикам исполнения.		
Дидактическая единица: Средства связи с объектом управления		
Способы обмена данными между ЭВМ и внешними устройствами. Методы и средства обработки асинхронных событий. Способы и средства сопряжения ЭВМ с датчиками и исполнительными механизмами. Принципы и стандарты последовательной передачи данных. ASCII и бинарные протоколы передачи данных. Предотвращение потери данных. Методы обнаружения ошибок передачи: контроль четности, контрольная сумма посылки.	4	10, 2, 5
Дидактическая единица: Операционные системы реального времени (ОСРВ).		
Особенности ОСРВ и их отличия от ОС общего назначения. Параметры ОСРВ и требования, предъявляемые к ним. Стандарты POSIX на ОСРВ. Классификация ОСРВ. Структурная схема ОС QNX. Микроядро, его функции. Средства взаимодействия и синхронизации процессов в QNX. Диспетчеризация процессов. Основные системные процессы в QNX, их функции. Диспетчер процессов. Жизненный цикл и состояния процессов. Обработка прерываний в QNX. Файловый диспетчер. Диспетчер устройств. Сетевой диспетчер	4	12, 13, 3, 7, 9
Дидактическая единица: Планирование задач в ОСРВ		
Понятие задачи. Параметры задач. Типы задач. Оценка эффективности функционирования системы реального времени. Алгоритмы планирования задач. Понятие оптимального планировщика. Статические алгоритмы планирования. Планирование на основе приоритета (динамическое планирование). Динамическое планирование со статическими приоритетами. Алгоритмы RM и DM назначения приоритетов. Оптимальность алгоритмов. Динамическое планирование с динамическими приоритетами. Алгоритмы EDF, LLF, SJF	4	11, 3, 7
Дидактическая единица: Технология разработки систем реального времени.		
Разбиение системы реального времени на задачи. Анализ производительности проекта. Теория планирования в реальном времени. Теорема о верхней границе коэффициента использования ЦП. Теорема о времени завершения, анализ производительности с помощью анализа последовательности событий. Кросс-разработка : понятие инструментальной и целевой среды (host , target). Языки программирования: основные конструкции, методы	4	14, 15, 3, 8

и приемы программирования; архитектура программного обеспечения систем реального времени;		
---	--	--

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Средства связи с объектом управления			
Работа с последовательным портом ПК	Изучают протоколы передачи данных, разрабатывают и тестируют программы	2	10, 2, 5
Алгоритмы вычисления контрольной суммы	Изучают алгоритмы, реализуют и тестируют программы	2	10, 2, 5
Дидактическая единица: Операционные системы реального времени (ОСРВ).			
Команды и командные сценарии операционной системы QNX	Выполняют установку ОС QNX6 и изучают командный режим этой ОС	2	12, 13, 3, 9
Механизмы сообщений QNX	Изучают механизмы формирования и передачи сообщений в QNX, разрабатывают и тестируют программы	2	14, 15, 3, 9
Методы синхронизации потоков QNX	Изучают различные методы синхронизации потоков, разрабатывают и тестируют программы	2	14, 15, 3, 9
Работа с таймерами QNX	Изучают технологию работы с таймерами QNX, разрабатывают и тестируют программы	2	1, 14, 15, 3, 6
Дидактическая единица: Технология разработки систем реального времени.			
Разработка приложений в среде PhAB	Изучают среду разработки PhAB, разрабатывают и тестируют программы	2	14, 15, 6
Разработка приложений в среде QNX Momentics IDE	Изучают среду разработки QNX Momentics IDE	2	14, 15, 6
Построение загрузочных образов	Изучают технологию	2	14, 15, 6

	построения загрузочных образов QNX		
--	--	--	--

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 8, Подготовка к зачету

Изучение теоретического материала, трудозатраты 9 часов

Семестр- 8, РГЗ

Варианты заданий для выполнения расчетно-графических заданий

Трудозатраты на выполнения РГЗ – 20 часов.

1. Способы синхронизации потоков и процессов в QNX:

Вариант	Способ синхронизации
а	семафор
б	мутекс
в	барьер
г	условная синхронизация

2. Работа с таймерами в QNX.

3. Применение сигналов для обработки исключительных ситуаций и асинхронных воздействий в QNX.

4. Применение механизма общей памяти для передачи данных в QNX.

5. Технология разработки ПО в среде QNX Momentics IDE.

6. Разработать программу, реализующую следующую программную функцию:

- настройка порта;
- отображения символьной части клавиатуры в виде набора кнопок;
- передача в COM порт заданного кода при нажатии мышкой на кнопку или прием из COM порта кода и индикация кнопки

Вариант	Действие	Вид кода
а	Отправка и прием кода	ANSI
б	Отправка и прием кода	ANSI + 10
в	Отправка и прием кода	UNICODE
г	Отправка и прием кода	UNICODE + 10

7. Разработать программу, реализующую следующую программную функцию:

- настройка порта;
- передача и прием ANSI кодов из COM порта и отображение состояния регистра, хранящего код символа;
- отображение символа;

8. Работа с портом USB в среде QNX.

9. Применение виртуальной машины (VMWare, VirtualPC) для выполнения DOS программ, работающих с COM портом.

10. Организация сетевого взаимодействия приложений QNX.

11. Механизмы сообщений QNX.

12. Создание загрузочных образов QNX.

13. Обзор программных продуктов QSS.

14. Разработка программ, управляемых через COM – порт:

Вариант	Назначение	Примечание
а	Пульт управления горкой для сортировочной станции	Конфигурация пульта задается преподавателем
б	Медиаплеер	

Семестр- 8, Подготовка к занятиям

1. Подготовка к лекциям (изучение теоретического материала), трудозатраты 8 часов.
2. Подготовка к лабораторным работам (изучение методических указаний, разработка программ), трудозатраты 32 часа.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Оценка деятельности студента по результатам работы проводится по 100 – бальной системе в соответствии с 15-уровневой шкалой оценок ECTS, приведенной в таблице 6.1

Таблица 6.1

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Традиционная шкала оценки	Оценка ECTS
«Отлично» - Теоретическое содержание курса освоено полностью, полностью сформированы практические навыки, все учебные задания выполнены с оценкой, близкой к максимальной	97-100	зачтено	A+
	94-96		A
	90-93		A-
«Очень хорошо» - Теоретическое содержание курса освоено полностью, практические навыки в основном сформированы, большинство учебных заданий выполнено с оценкой, близкой к максимальной	87-89		B+
	84-86		B
	80-83		B-
«Хорошо» - Теоретическое содержание курса освоено полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, все учебные задания выполнены, некоторые из них содержат ошибки	77-79		C+
	74-76		C
	70-73		C-
«Удовлетворительно» - Теоретическое содержание курса освоено частично, практические навыки в основном сформированы, большинство учебных заданий выполнены, некоторые из них содержат ошибки	67-69		D+
	64-66		D
	60-63		D-
«Посредственно» - Теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки не сформированы, некоторые учебные задания не выполнены, оценки по некоторым из них минимальны	50-59		E
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) - Теоретическое содержание курса освоено частично, практические навыки не сформированы, большинство учебных заданий не выполнены, оценки по некоторым из них минимальны	25-49	Незачтено с возможностью пересдачи	FX
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) - Теоретическое содержание курса не освоено, практические навыки не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.	Менее 25	Незачтено без возможности пересдачи	F

Система оценки по различным видам занятий приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Вид работы	Максимальный балл	Примечания
------------	-------------------	------------

1. Лабораторные работы (7 шт.)	7 * 7 = 49	Минимальный балл за работу – 4 (при результате защиты не менее 60 %)
2. Расчетно - графическое задание	17	Минимальный балл – 8
3. Итоговый тест	20	При результате менее 14 баллов - незачет;
4. Выполнение графика учебного процесса	6	Оценивается суммой баллов за контрольные недели с коэффициентом 1,5, максимальный балл – 6, минимальный – 0
5. Посещение лекций	8	1 балл за лекцию, максимальный балл – 8
Итого:	100	

Пояснения к таблицам.

1. Оценка каждой лабораторной работы проводится в два этапа:

- оценка отчета;
- защита лабораторной работы.

Отчет проверяется на соответствие выполненного объема работы заданию, правильность полученных результатов, правильность оформления, отсутствие плагиата и т.д. Оценка отчета проводится по системе «принят – не принят», принятый отчет подписывается преподавателем, после чего студент допускается к защите лабораторной работы.

Защита проводится в виде теста в системе электронного обучения Moodle, среднее количество вопросов в тесте – 20, время выполнения – 20 минут. Для защиты лабораторной работы надо набрать не менее 60 % от максимального балла. Общее количество лабораторных работ – 7.

2. Оценка расчетно - графического задания.

Расчетно – графическое задание оценивается по следующим критериям:

- оценка разработанной программы (соответствие заданию, качество реализации, достаточность комментариев и т.д.), максимальный балл – 8, минимальный балл – 4.
- оценка пояснительной записки (наличие теоретической части, соответствие оформления практической части ГОСТ 19.402, наличие содержания, заключения и списка использованных источников), максимальный балл – 4, минимальный балл - 2;
- оценка за защиту работы, максимальный балл – 5, минимальный балл - 2.

График работы над РГЗ:

- наличие утвержденного варианта задания – 7 неделя;
- сдача задания – 13 неделя.

3. Итоговая аттестация (зачет) по дисциплине проводится в виде итогового теста, который проводится на последнем занятии в компьютерном классе. К итоговому тесту допускаются студенты, защитившие все лабораторные работы и РГР. Тест проводится в системе электронного обучения Moodle и содержит 65 вопросов, время выполнения – 65 минут. Вопросы теста включают все темы, изучаемые в лекционном курсе и на лабораторных занятиях. Оценивание проводится следующим образом:

- результат не менее 80 % - 20 баллов;
- результат не менее 75 % - 18 баллов;
- результат не менее 70 % - 16 баллов;
- результат не менее 60 % - 14 баллов;
- результат менее 60 % - незачет;

4. График выполнения учебного процесса студентом отражается в результатах контрольных недель. Число контрольных недель – 2. Критерии оценки контрольной недели:

- 3 балла – выполнены и защищены все задания за отчетный период (лабораторные и контрольные работы);
- 1,5 балл – выполнены и защищены не менее 50 % всех заданий за отчетный период;
- 0 баллов - выполнены и защищены менее 50 % всех заданий за отчетный период;

5. За выполнение учебных заданий сверх установленных основной программой и активную работу в течение семестра могут начисляться дополнительные баллы (до 8 баллов).

6. К зачету допускаются студенты, выполнившие следующие требования:

- защищены все лабораторные работы;
- выполнена и защищена РГР;
- суммарный семестровый рейтинг - не менее 36 баллов.

7. Итоговая оценка, проставляемая по дисциплине, определяется суммарным семестровым рейтингом по таблице ECTS. Если студент получил результат менее 50%, то ему ставится оценка «FX» (незачет), и после успешной пересдачи он может получить только оценку «E» (зачет), несмотря на набранный суммарный семестровый рейтинг.

8. Студенты, имеющие рейтинг менее 25 баллов, получают оценку F (незачет без возможности пересдачи) и направляются на повторное обучение по дисциплине.

9. Если студент по результатам работы в семестре набирает не менее 80 баллов, то зачет проставляется без проведения итоговой аттестации.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Операционная система реального времени QNX Neutrino 6.3. Системная архитектура : [справочное руководство / гл. ред. Е. Кондукова ; пер. с англ. Юрия Асотова]. - СПб., 2006. - 316 с. : ил.. - На обл. в подзаг.: Философия и принципы QNX Neutrino ; Механизмы межзадачного взаимодействия и обмена сообщениями ; Потоки и процессы ; Распределенные сетевые конфигурации ; Файловые системы ; Базовые службы и администраторы ; Графическое микроядро hoton microGU ; Многопроцессорные системы..
2. Агуров П. В. Последовательные интерфейсы ПК. Практика программирования / Павел Агуров. - СПб., 2005. - 476 с. : ил. + CD-ROM.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Зыль С. Н. QNX Momentics : основы применения / С. Н. Зыль. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 256 с.
2. Агуров П. В. Интерфейс USB. Практика использования и программирования / П. В. Агуров. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 576 с.
3. Гома Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений : [Пер. с англ.] / Х. Гома. – М. : ДМК, 2002. – 698 с.
4. Кертен Р. Введение в QNX Neutrino 2 : рук. для разработчиков прил. реал. времени : [пер. с англ.] / Р. Кертен. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 385 с.
5. Несвижский В. Программирование аппаратных средств в Windows / В. Несвижский. – 2-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 528 с. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – (Профессиональное программирование).

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Системы реального времени : методические указания к выполнению лабораторных работ для 4 курса ФПМИ специальность 010503 - Математическое обеспечение и администрирование информационных систем / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Г. Кобылянский]. - Новосибирск, 2007. - 59, [1] с. : табл.

В электронном виде

1. Кобылянский В. Г. Системы реального времени. Операционная система QNX [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. Г. Кобылянский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_822_1326632681.doc. - Загл. с экрана.
2. Кобылянский В. Г. Системы реального времени. Методические указания к выполнению РГЗ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. Г. Кобылянский ; Новосиб.

гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа:

http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_822_1327576625.doc. - Загл. с экрана.

3. Системы реального времени : методические указания к выполнению лабораторных работ для 4 курса ФПМИ специальность 010503 - Математическое обеспечение и администрирование информационных систем / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Г. Кобылянский]. - Новосибирск, 2007. - 59, [1] с. : табл.. - Режим доступа:

http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/2007_3432.rar

8.2 Программное обеспечение

1. VMware, Inc., VMware, ПО для виртуализации
2. QNX Software System, QNX 6.4, Операционная система реального времени

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Вопросы для итогового контроля знаний
по дисциплине «Системы реального времени»

для студентов, обучающихся по специальности

010503 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»

(квалификация - математик-программист)

1. Система реального времени: определение, основные характеристики, примеры.
2. Состав, структура и параметры СРВ.
3. Классификация и параметры задач реального времени.
4. Способы обмена данными между ЭВМ и внешними устройствами.
5. Понятие порта ввода/вывода, классификация портов.
6. СОМ порт: основные характеристики и принципы работы.
7. USB порт: основные характеристики.
8. Принципы и стандарты последовательной передачи данных.
9. Протокол передачи данных: определение, основные параметры, типы.
10. Причины потери данных при передаче и приеме: классификация, способы устранения.
11. Методы обнаружения ошибок при передаче данных.
12. Классификация операционных систем.
13. ОС реального времени: классификация, отличия от ОС общего назначения.
14. Профили прикладных контекстов реального времени.
15. Процессы и потоки: определение, свойства.
16. Алгоритмы планирования в ОС РВ: классификация, свойства.
17. Теорема о верхней границе коэффициента использования ЦП.
18. Теорема о времени завершения группы независимых задач.
19. Архитектура ОС QNX.
20. Методы синхронизации потоков.
21. Планирование с синхронизацией потоков.
22. Состояния потоков QNX.
23. Методы межпроцессного взаимодействия.
24. Пространство путевых имен QNX.
25. Модель временной шкалы в QNX.