

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

---



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

---

*Факультет информатики и управления*

*Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления*

**Отчет перед ЗАО «СВД Софтвер»  
об использовании операционной системы  
QNX Neutrino 6.3 в учебном процессе  
в 2006/2007 учебном году**

Руководители:

Заведующая кафедрой САПРиУ, профессор Чистякова Т.Б.

Доцент кафедры САПРиУ Ершова О.В.

Исполнители:

Аспирант кафедры САПРиУ Антипин Р.В.

Студент кафедры САПРиУ Сопыгин А.И.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2007

Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления в 2006/2007 учебном году использовала лицензионные комплекты операционной системы реального времени QNX Neutrino 6.3 при разработке учебного курса для обучения студентов специальности 230102 – «Автоматизированные системы обработки информации и управления» направления подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника» по дисциплине «Системы реального времени».

***Цели и задачи учебной дисциплины:***

Настоящая дисциплина принадлежит к числу специальных. Цель дисциплины «Системы реального времени» – формирование инженера, знающего теоретические основы систем реального времени, принципы организации, их классификацию, области применения, владеющего практическими навыками использования операционных систем реального времени и разработки программного обеспечения.

Задачами дисциплины являются изучение методов построения систем реального времени, их отличий от обычных интерактивных систем; классификация операционных систем реального времени (ОСРВ) и области их применения; изучение архитектуры ядер ОСРВ (Windows, UNIX, QNX); изучение стандарта POSIX (Portable Operating System Interface - мобильный интерфейс операционной системы) и особенности его применения для ОСРВ; изучение функционирования процессов и потоков реального времени; изучение механизмов синхронизации и взаимодействия процессов и потоков; изучение файловых систем и сетевой архитектуры реального времени; систем «высокой готовности»; формирование умений написания программ для ОСРВ QNX.

***В результате изучения данной учебной дисциплины студент будет:***

***- иметь представление:***

о методах построения систем реального времени, связи микропроцессорных систем с технологическими объектами в реальном масштабе времени, особенностях архитектур ядер операционных систем, использование SMP (Symmetrical Multi-Processing – симметричная многопроцессорная обработка) в ОСРВ;

***- знать:***

основы стандарта POSIX, механизмы функционирования процессов и потоков, механизмы планирования и приоритеты потоков, службы синхронизации, механизмы межзадачного взаимодействия, службы управления часами и таймерами, механизмы обработки прерываний;

***- уметь:***

инсталлировать операционную систему QNX, её начальную и расширенную настройку, устанавливать дополнительное программное обеспечение, использовать интегрированные среды разработки Eclipse и Photon Application Builder для написания программ.

# ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ»

## 1 Темы и содержание лекций (30ч)

### 1.1 Общие понятия и определения (2ч)

Определения систем реального времени (СРВ). Примеры СРВ. Жесткие и мягкие СРВ. Области применения СРВ. Состав, структура и параметры СРВ.

### 1.2 Операционные системы реального времени (2ч)

Особенности ОСРВ и их отличия от ОС общего назначения. Параметры ОСРВ. Требования, предъявляемые к ним. Стандарты POSIX на ОСРВ. Классификация ОСРВ.

### 1.3 Основы архитектуры ОС Windows NT, UNIX, QNX (2ч)

Структура ОС Unix. Ядро ОС Unix. Подсистема управления файлами. Подсистема управления процессами.

Структурная схема ОС Windows NT. Процессы и нити в NT. Обработка прерываний в NT.

Архитектура ОС QNX. Микроядро, его функции.

### 1.4 Процессы и потоки в ОС QNX Neutrino (3ч)

Основные понятия о процессах и потоках. Создание процесса и запуск.

Создание потока, его атрибуты. Жизненный цикл потока. Пулы потоков.

Планирование потоков и приоритеты. Алгоритмы планирования: FIFO – планирование, циклическое, спорадическое. Управление приоритетами и алгоритмами планирования.

### 1.5 Службы синхронизации в ОС QNX Neutrino (4ч)

Блокировки взаимного исключения (mutex). Наследование приоритетов и инверсия приоритетов. Условные переменные (condvar). Барьеры. Ждущие блокировки. Блокировки по чтению/записи. Семафоры (semaphores). Синхронизация с помощью алгоритма планирования и атомарных операций.

### 1.6 Механизмы IPC (Interprocess Communication – межзадачного взаимодействия) в ОС QNX Neutrino (5ч)

Введение в обмен сообщениями. Микроядро и обмен сообщениями. Модель клиент/сервер. Иерархический принцип обмена (send - иерархия). Обмен сообщениями в сети. Сеть Qnet. Асинхронные сообщения (pulse) и события (event). Составные сообщения.

Сигналы. Описание сигналов.

Очереди сообщений. Управление очередями сообщений в стандарте POSIX.

Разделяемая память. Создание объектов разделяемой памяти.

Каналы. Неименованные и именованные каналы.

### 1.7 Часы, таймеры и периодические уведомления в ОС QNX Neutrino (4ч)

Периодические процессы. Типы таймеров. Разрешающая способность отсчета времени. Флуктуации отсчета времени. Схема уведомления. Тайм – ауты ядра.

### 1.8. Прерывания в ОС QNX Neutrino (4ч)

Введение в прерывания. Активность прерываний по уровню и по фронту. Подключение обработчика прерывания. Особенности InterruptAttach() и InterruptAttachEvent().

### 1.9. Администраторы ресурсов в ОС QNX Neutrino (4ч)

Введение в администраторы ресурсов. Примеры и характеристики администраторов ресурсов. Функции обработчики. Написание администратора ресурсов.

## 2 Темы и содержание практических занятий (30ч)

### 2.1 Основы архитектуры ОС Windows NT, UNIX, QNX (2ч)

Исследование процессов и потоков в ОС Windows NT и возможность ее использования в качестве ОСРВ. Синхронизация процессов и потоков. Методы взаимодействия между процессами.

### 2.2 Процессы и потоки в ОС QNX Neutrino (3ч)

Запуск процесса с помощью: system(), семейства функций exec(), семейства функций spawn(), fork(), vfork(). Запуск потоков pthread\_create(). Изменение атрибутов потока pthread\_attr\_t. Присоединение joining. Использование пула потоков. Завершение потока и процесса.

### 2.3 Службы синхронизации в ОС QNX Neutrino (5ч)

Методы синхронизации с помощью: блокировки взаимного исключения (mutex), семафоров (semaphores), условных переменных (condvar), барьеров, ждущих блокировок, блокировок по чтению/записи. Использование атомарных переменных.

### 2.4 Механизмы IPC (Interprocess Communication – межзадачного взаимодействия) в ОС QNX Neutrino (6ч)

Исследование обмена синхронными сообщениями по модели клиент/сервер. Иерархический принцип обмена (send - иерархия). Чтение и запись данных, составные сообщения. Обмен сообщениями тапа импульс и события. Исследование проблем синхронизации при обмене сообщениями. Особенности обмена сообщениями в сети Qnet.

Отправка и получение сигналов пользовательских и стандартных реального времени.

Создание и управление очередями сообщений.

Особенности передача данных через очереди сообщений, разделяемую память, каналы.

#### 2.5. Часы, таймеры и периодические уведомления в ОС QNX Neutrino (5ч)

Создание периодических процессов. Создание таймеров со схемой уведомления: импульсом, сигналом, созданием потока, Опрос и установка часов реального времени. Применение тайм – аутов ядра.

#### 2.6 Прерывания в ОС QNX Neutrino (4ч)

Подключение обработчика прерывания. Отключение обработчика прерывания. Особенности прерываний и их виды обработки.

#### 2.7 Администраторы ресурсов в ОС QNX Neutrino (5ч)

Создание администратора ресурсов. Реализация набора методов, обработка клиентских запросов.

#### ***Учебная работа:***

Для магистров кафедры шестого года обучения были проведены занятия по основам использования ОСПВ QNX 6.3. В ходе занятий были изучены средства среды разработки QNX Momentics. Кроме того, были изучены возможности ОСПВ QNX для построения встраиваемых систем, сетевые возможности ОСПВ, архитектура ядра ОСПВ.

#### ***Научно-исследовательская работа:***

В ходе научно-исследовательской работы были изучены необходимые функции ОСПВ QNX Neutrino 6.3 и среды разработки QNX Momentics, с помощью которых разработаны нижеприведенные QNX-приложения: программа для проектирования систем автоматизации и обучающий комплекс для проектирования кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.

В рамках образовательной программы выполнены курсовые проекты.

Выполнил студент: Сопыгин А.И.

Руководители: Чистякова Т.Б., Ершова О.В.

#### **Курсовой проект по дисциплине “Интеллектуальные подсистемы САПР”**

Тема: «Автоматизированная обучающая система для проектирования системы реального времени в ОСПВ QNX Neutrino с использованием контроллера Unitronics M90 на примере процесса теплообмена»

В ходе курсового проекта была разработана обучающая система в ОСПВ QNX Neutrino, позволяющая пользователям получать рекомендации по выбору средств

автоматизации системы реального времени на основании заданных критериев проектирования. В ходе курсового проекта было реализовано взаимодействие с СУБД PostgreSQL.

## Курсовой проект по дисциплине “Проектирование ХТС”

Тема: «Проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата в интегрированной среде разработки QNX Momentics»

В курсовом проекте была разработана обучающая система в операционной системе реального времени QNX Neutrino 6.3, предназначенная для изучения процесса теплообмена в кожухотрубчатом теплообменнике с применением контроллера Unitronics M90. Для этого был изучен и программно реализован протокол (Unitronics) взаимодействия системы с контроллером.

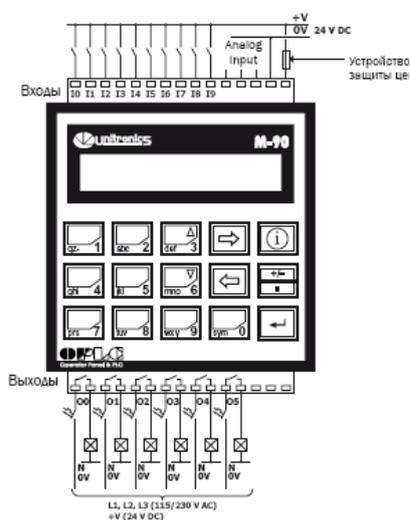


Рисунок 1 - Принципиальная схема контроллера Unitronics M90

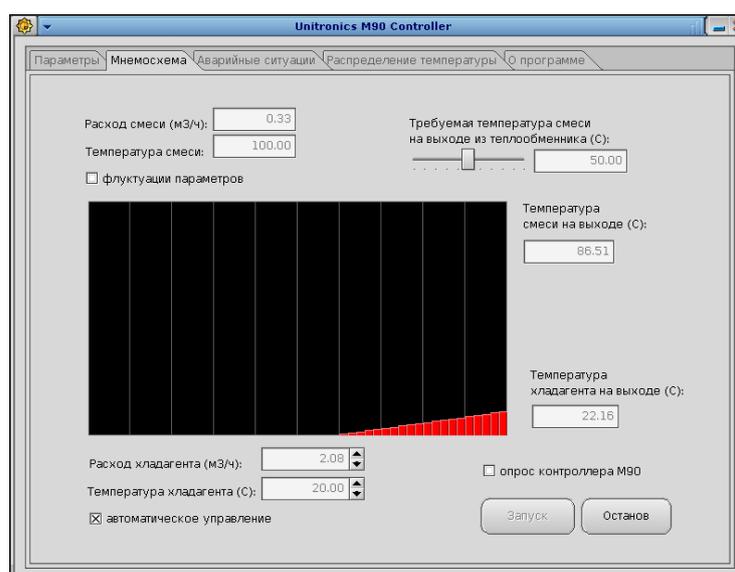


Рисунок 2 – Пользовательский QNX-интерфейс программного комплекса по проектированию кожухотрубчатого теплообменного аппарата

## Курсовой проект по дисциплине “Разработка САПР”

Тема: «Комплекс средств автоматизированного проектирования систем управления кожухотрубчатыми теплообменниками в реальном времени»

При выполнении курсового проекта в ОСПВ QNX Neutrino был разработан комплекс, реализующий процесс проектирования кожухотрубчатых теплообменников и передачу результатов проектирования из ОСПВ QNX в операционную систему Windows XP для отображения трехмерной модели спроектированного теплообменника. Для этого были использованы сетевые библиотеки ОСПВ QNX и Windows XP, среда твердотельного моделирования SolidWorks 2004 и утилита E-Drawings.

The screenshot shows a software window titled "Проектирование теплообменника" with several tabs: "Проектирование теплообменника", "Технологические параметры", "Протекание процесса", "Распределение температуры", "Системные сообщения", and "О программе". The main area contains four sections of input fields:

- Параметры основного потока:** Density of mixture (1000.00), Heat capacity of mixture (4200.00), Inlet temperature (100.00), Flow rate of mixture (100.00).
- Дополнительные параметры:** Required mixture temperature at outlet (40.00), Heat transfer coefficient (500.00).
- Параметры хладагента:** Density of coolant (1000.00), Heat capacity of coolant (4200.00), Coolant temperature (20.00), Flow rate of coolant (500.00).
- Параметры 3D-сервера:** IP address (192.168.40.12), Port (5555), and a checkbox for "отправлять результат на сервер".

Рисунок 3 – Задание параметров проектирования

The screenshot shows a table titled "База данных теплообменных аппаратов" with buttons for "Обновить базу данных" and "Поиск решений". The table contains the following data:

id	D, mm	n, шт.	dn, mm	dv, mm	L, m	F, m <sup>2</sup>	St, m <sup>2</sup>	Sm, m <sup>2</sup>	Sv, m <sup>2</sup>	h, mm
1	159	13	25	23	1	1	0.5	0.8	0.4	100
2	159	13	25	23	1.5	1.5	0.5	0.8	0.4	100
3	159	13	25	23	2	2	0.5	0.8	0.4	100
4	159	13	25	23	3	3	0.5	0.8	0.4	100
5	273	37	25	23	1	3	1.3	1.3	0.9	130
6	273	37	25	23	1.5	4.5	1.3	1.3	0.9	130
7	273	37	25	23	2	6	1.3	1.3	0.9	130
8	273	37	25	23	3	2	1.3	1.3	0.9	130
9	325	62	25	23	1.5	7.5	2.1	2.9	1.3	180

At the bottom right, there is a button labeled "Использовать проектное решение".

Рисунок 4 – База данных конструктивных параметров теплообменников

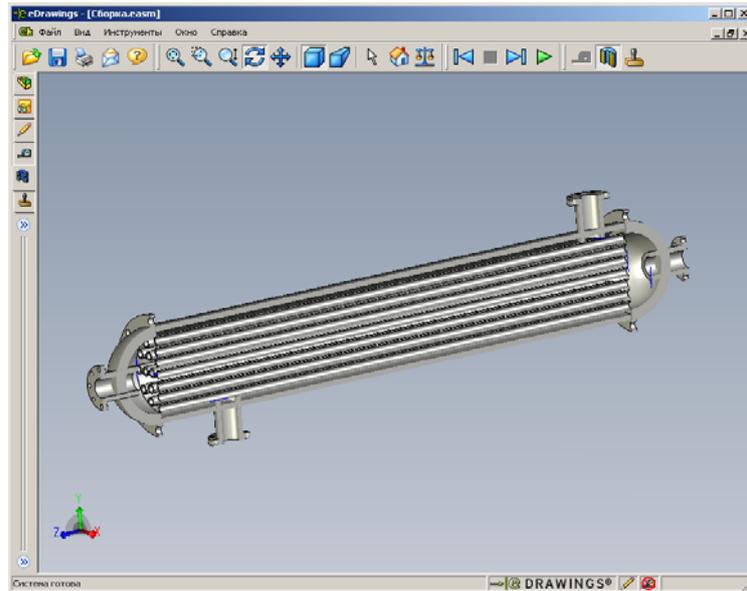


Рисунок 5 – Отображение трехмерной модели теплообменника в “E-Drawings”

В дальнейшем предполагается развитие курса «Системы реального времени» для специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления» и бакалавров по направлению подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника», создание методических пособий, разработка тем для курсового и дипломного проектирования студентов и увеличение часов для практической и научно-исследовательской работы с ОСПВ QNX Neutrino 6.3 и средой разработки QNX Momentics.