

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ А.Г.Баханович

_____ /тип.
Регистрационный № ТД-_____

СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности**

1-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники

_____ В.А. Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.Н. Пищов

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В.Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2023

СОСТАВИТЕЛИ:

П.Ю.Бранцевич, доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

К.А.Сурков, старший преподаватель кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Д.А.Сурков, старший преподаватель кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра программной инженерии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 10 от 05.04.2023);

Ю.М.Четырко, директор общества с ограниченной ответственностью «Незабудка Софтвр»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 15 от 15.03.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № __ от _____);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 10 от 15.05.2023);

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Системное программирование» разработана для студентов учреждений высшего образования в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования и типового учебного плана специальности 1-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий.

Развитие аппаратных компьютерных средств требует создания системного программного обеспечения, направленного на их эффективное использование. Это обуславливает место учебной дисциплины «Системное программирование» в основе формирования компетенций специалиста в области программного обеспечения отрасли информационных технологий.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: изучение принципов построения и методологии разработки системного программного обеспечения для современных процессоров с использованием современных алгоритмических языков и систем программирования.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение базовых знаний в области принципов построения и методологии разработки системного программного обеспечения;

изучение способов разработки системного программного обеспечения с учетом особенностей современных операционных систем;

овладение методами разработки, тестирования, отладки и документирования программ, направленных на решение системных задач, с использованием современных инструментальных средств.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Системное программирование» являются «Основы алгоритмизации и программирования», «Алгоритмы и структуры данных», «Конструирование программного обеспечения», «Компьютерные системы и сети». В свою очередь учебная дисциплина «Системное программирование» является базой для выполнения дипломного проектирования и фундаментальной основой для профессиональной деятельности специалиста в области информационных технологий.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Системное программирование» формируются следующие компетенции:

универсальные:

владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

обладать навыками саморазвития и совершенствования в профессиональной деятельности;

проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

базовая профессиональная: применять алгоритмические и программные решения в области системного программного обеспечения, включая программные реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем.

В результате изучения учебной дисциплины обучаемый должен:

знать:

программные интерфейсы современных операционных систем в пользовательском режиме работы;

принципы построения приложений с графическим пользовательским интерфейсом для современных операционных систем;

понятие динамически-загружаемой библиотеки и средства построения таких библиотек в современных операционных системах;

средства поддержки многозадачности в современных операционных системах;

способы синхронизации задач в многозадачных операционных системах;

программные интерфейсы современных операционных систем в режиме ядра;

системные механизмы современных операционных систем: прерывания, исключения и системные вызовы;

системные механизмы отложенных процедур, асинхронных процедур и рабочих элементов в ядре операционной системы;

модель памяти в ядре современных операционных систем;

уметь:

создавать программы пользовательского режима для современных операционных систем;

создавать программы с графическим пользовательским интерфейсом для современных операционных систем;

создавать динамически-загружаемые библиотеки для современных операционных систем;

создавать программы по организации взаимодействия между процессами и потоками в современных операционных системах;

создавать многопоточные программы с синхронизацией данных для современных операционных систем;

создавать системные службы для современных операционных систем;

создавать драйверы для современных операционных систем.

владеть:

принципами построения служб для современных операционных систем;

принципами построения драйверов для современных операционных систем;

навыками применения средств программирования для современных операционных систем;

Типовая учебная программа рассчитана на 216 учебных часов, из них – 102 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 62 часа, лабораторные занятия – 40 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Введение	2	2	-
Раздел 1. Системное программирование в пользовательском режиме	48	28	20
Тема 1. Оконный пользовательский интерфейс	8	4	4
Тема 2. Интерфейс графических устройств	12	8	4
Тема 3. Многозадачность	16	8	8
Тема 4. Динамически загружаемые библиотеки	12	8	4
Раздел 2. Системное программирование в режиме ядра	52	32	20
Тема 5. Отладка программ в режиме ядра	6	2	4
Тема 6. Системные механизмы ядра	12	8	4
Тема 7. Виртуальное адресное пространство	8	8	-
Тема 8. Драйверы	16	8	8
Тема 9. Перехват функций	10	6	4
Итого:	102	62	40

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ

Средства системного программирования для операционных систем (ОС) Windows и Linux. Понятие объекта и дескриптора. Нотации программных интерфейсов операционных систем. Понятие системного программирования в пользовательском режиме. Понятие системного программирования в режиме ядра.

Раздел 1. СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОМ РЕЖИМЕ

Тема 1. ОКОННЫЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Основные элементы программ с оконным пользовательским интерфейсом. Минимальная программа для ОС Windows и/или Linux с окном на экране. Создание и отображение окна. Понятие оконного сообщения. Источники сообщений. Очередь сообщений. Цикл приема и обработки сообщений. Процедура обработки сообщений. Синхронные и асинхронные сообщения, их передача и обработка. Ввод данных с манипулятора «мышь». Обработка сообщений мыши. Ввод данных с клавиатуры. Понятие фокуса ввода. Обработка сообщений от клавиатуры. Вывод информации в окно. Механизм перерисовки окна. Понятие ресурсов программ. Виды ресурсов. Работа с ресурсами.

Тема 2. ИНТЕРФЕЙС ГРАФИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Принципы построения графической подсистемы операционной системы. Понятие контекста устройства. Вывод графической информации на физическое устройство. Рисование геометрических фигур. Графические инструменты. Управление цветом. Палитры цветов. Растровые изображения. Вывод растровых изображений. Значки и курсоры. Вывод растровых изображений с эффектом прозрачного фона. Вывод текста. Логические и физические шрифты. Системы координат. Трансформации. Метафайлы.

Тема 3. МНОГОЗАДАЧНОСТЬ

Организация многозадачности в операционных системах. Понятие процесса и потока. Контекст потока. Создание и завершение процессов и потоков. Синхронизация потоков одного и того же процесса. Критические секции. Синхронизация потоков разных процессов. Объекты синхронизации: флаги, семафоры, события, ожидаемые таймеры, трубы.

Тема 4. ДИНАМИЧЕСКИ ЗАГРУЖАЕМЫЕ БИБЛИОТЕКИ

Понятие динамически загружаемой библиотеки. Структура динамически загружаемой библиотеки. Создание динамически загружаемой библиотеки. Использование динамически загружаемой библиотеки в программе. Импорт динамически загружаемой библиотеки на старте программы. Импорт динамически загружаемой библиотеки во время работы программы.

Раздел 2. СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ ЯДРА

Тема 5. ОТЛАДКА ПРОГРАММ В РЕЖИМЕ ЯДРА

Отладчики для режима ядра. Режимы отладки. Компоненты отладчика. Представление в памяти строк формата Unicode. Представление в памяти двусвязных списков. Создание дампа памяти. Анализ дампов памяти.

Тема 6. СИСТЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЯДРА

Прерывания. Уровни прерываний. Подпрограммы обработки прерываний. Отложенные процедуры. Асинхронные процедуры. Типы асинхронных процедур. Рабочие элементы. Переход из пользовательского режима в режим ядра. Таблицы функций операционной системы.

Тема 7. ВИРТУАЛЬНОЕ АДРЕСНОЕ ПРОСТРАНСТВО

Пулы памяти. Пул подкачиваемой памяти, пул неподкачиваемой памяти, пул сессии, особый пул. Тегирование пулов. Структура данных пула. Представление объекта в памяти ядра. Менеджер объектов. Ассоциативные списки. Блокирование страниц в памяти. Списки описателей памяти и их использование для работы с аппаратурой.

Тема 8. ДРАЙВЕРЫ

Структура драйвера. Точки входа в драйвер. Объект, описывающий драйвер. Объект, описывающий устройство. Объект, описывающий файл. Взаимосвязь объектов. Запрос ввода-вывода. Менеджер ввода-вывода. Стек драйверов. Организация сетевых драйверов.

Тема 9. ПЕРЕХВАТ ФУНКЦИЙ

Технологии перехвата функций операционной системы в пользовательском режиме. Технологии перехвата функций операционной системы в режиме ядра. Стандартные методы перехвата функций в режиме ядра: обратные вызовы системного реестра, обратные вызовы менеджера объектов, обратные вызовы процессов, обратные вызовы потоков, обратные вызовы загрузчика модулей, мини-фильтры файловой системы.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Рихтер, Дж. Windows для профессионалов : создание эффективных Win32 приложений с учетом специфики 64-разрядной версии Windows / Дж. Рихтер. – пер. с англ. – 4-е изд. – Москва : Русская редакция ; Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 752 с.
2. Руссинович, М. Внутреннее устройство Windows / М. Руссинович [и др.]. – пер. с англ. – 7-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 944 с.
3. Уорд, Б. Внутреннее устройство Linux / Б. Уорд. – Санкт-Петербург : Питер, 2016. – 384 с.
4. Гордеев, А. В. Системное программное обеспечение / А. В. Гордеев, А. Ю. Молчанов. – Санкт-Петербург : Питер, 2002. – 736 с.
5. Таненбаум, Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум, Х. Бос. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. – 1120 с.
6. Лав, Р. Linux. Системное программирование / Р. Лав. – 2- изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2014. – 448 с.
7. Dabak, P. Undocumented Windows NT / P. Dabak, S. Phadke, M. Borate. – IDG Books Worldwide, Inc.; M&T Books, 1999. – 327 с.
8. Nebbett, G. Windows NT/2000 Native API Reference / G. Nebbett. – MTP, 2000. – 496 с.
9. Солдатов, В. П. Программирование драйверов Windows / В. П. Солдатов. – Москва : Бином-Пресс, 2006. – 576 с.
10. Комиссарова, В. Программирование драйверов для Windows / В. Комиссарова. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2007. – 256 с.
11. Цирюлик, О. Расширения ядра Linux : драйверы и модули / О. Цирюлик. – Санкт-Петербург : БХВ, 2023. – 688 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

12. Зальцман, П. Пособие по программированию модулей ядра Linux / П. Зальцман [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/681880/>. – Дата доступа: 17.05.2023.
13. Разработка, тестирование и развертывание драйверов / Microsoft Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows-hardware/drivers/develop/>. – Дата доступа: 17.05.2023.
14. The Undocumented Functions Microsoft Windows NT/2000 / NTAPI Undocumented Functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://undocumented.ntinternals.net/>. – Дата доступа: 17.05.2023.
15. Сурков, К. Операционные системы и системное программирование / К. А. Сурков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nezaboodka.by/assets/docs/OSiSP.2021-09-29.pdf>. – Дата доступа: 17.05.2023.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- работа с методическими материалами;
- программирование;
- работа со средами программирования.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Типовым учебным планом специальности 1-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Системное программирование» рекомендуются экзамен и курсовой проект. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

- устная форма (собеседования, коллоквиумы, доклады на конференциях);
- письменная форма (тесты, контрольные опросы, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам, рефераты);
- устно-письменная форма (отчеты по лабораторным работам с их устной защитой);
- техническая форма (электронные тесты, визуальные лабораторные работы).

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые на лабораторных занятиях и при подготовке курсового проекта.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Курсовой проект должен представлять собой самостоятельную программную разработку студента по заданной теме в области системного программирования.

Целью курсового проектирования является приобретение навыков в реализации цикла разработки программного средства, начиная от технического задания на проект, анализа предметной области и заканчивая оформлением пояснительной записки. Особое внимание следует уделить разработке алгоритмов и реализации программного средства.

В состав курсового проекта рекомендуется включать:
пояснительную записку (отражает основные этапы разработки программного средства);
графическую часть;
работающее программное средство.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Исследование взаимодействия процессов и потоков в операционных системах.
2. Проектирование системы поддержания функционирования параллельных процессов и потоков при многозадачной обработке данных.
3. Разработка программных средств поддержки функционирования программ реального времени.
4. Разработка системных служб поддержки тестирования программ.
5. Разработка системных служб мониторинга работы программ.
6. Разработка драйверов внешних устройств.
7. Разработка драйверов виртуальных устройств.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Создание программ с графическим пользовательским интерфейсом.
2. Многозадачность в операционной системе Windows.
3. Динамически-загружаемые библиотеки – DLL.
4. Механизмы синхронизации в операционной системе Windows.
5. Перехват системных вызовов операционной системы Windows.
6. Разработка драйверов для операционной системы Windows.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ (необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)

1. Операционная система семейства Windows современной версии.
2. Операционная система семейства Linux современной версии.
3. Среда программирования Visual Studio современной версии.
4. Среда программирования Visual Studio Code современной версии.
5. Система программирования GNU C/C++ современной версии.