

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.10.2023 10:06:05  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 21 » мая 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины  
СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Направление подготовки

**09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность программы бакалавриата

**Автоматизированные системы обработки информации и управления**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **систем автоматизированного проектирования и управления**

Санкт-Петербург

2019

**Б1.В.15.ДВ.02.01**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, инициалы, фамилия
Доцент		И.Г. Корниенко
Ст. преп.		А. К. Федин

Рабочая программа дисциплины «Системы реального времени» обсуждена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования и управления  
протокол от «18» апреля 2019 № 9  
Заведующий кафедрой

Т.Б. Чистякова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления  
протокол от «15» мая 2019 № 9

Председатель

В.В.Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Информатика и вычислительная техника»		профессор Т.Б. Чистякова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	8
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	8
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
4.5. Темы устных опросов.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	9
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	12
Приложение № 1.....	13
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Системы реального времени».....	13

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-14</b> Способен проводить работы по проектированию автоматизированных систем управления производством	<b>ПК-14.3</b> Проектирование систем реального времени для автоматизированного управления производством	<b>Знать:</b> современные технологии проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством (ЗН-1). <b>Уметь:</b> обосновывать выбор современных технологий проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством (У-1). <b>Владеть:</b> навыками проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством (Н-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.15.ДВ.02.01) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Программирование», «Операционные системы» и «Базы данных». Полученные в процессе изучения дисциплины «Системы реального времени» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/акад. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3 / 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	–
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	4
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>50</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Общие понятия и определения	2	8	–	5	ПК-14	ПК-14.3
2.	Операционные системы реального времени	2	7	–	6	ПК-14	ПК-14.3
3.	Основы архитектуры ОС Windows NT, UNIX, QNX	2	7	–	5	ПК-14	ПК-14.3
4.	Процессы и потоки в ОС QNX Neutrino	2	7	–	6	ПК-14	ПК-14.3
5.	Службы синхронизации в ОС QNX Neutrino	2	7	–	5	ПК-14	ПК-14.3
6.	Механизмы межзадачного взаимодействия (IPC) в ОС QNX Neutrino	2	–	–	6	ПК-14	ПК-14.3
7.	Часы, таймеры и периодические уведомления в ОС QNX Neutrino	2	–	–	5	ПК-14	ПК-14.3
8.	Прерывания в ОС QNX Neutrino	2	–	–	6	ПК-14	ПК-14.3
9.	Администраторы ресурсов в ОС QNX Neutrino	2	–	–	6	ПК-14	ПК-14.3

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Общие понятия и определения. Определения систем реального времени (СРВ). Жесткие и мягкие СРВ. Области применения СРВ. Состав, структура и параметры СРВ.	2	
2	Операционные системы реального времени. Особенности ОСРВ и их отличия от ОС общего назначения. Параметры ОСРВ. Требования, предъявляемые к ним. Стандарты POSIX на ОСРВ. Классификация ОСРВ.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p>Основы архитектуры ОС Windows NT, UNIX, QNX.</p> <p>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.</p>	2	
4	<p>Процессы и потоки в ОС QNX Neutrino.</p> <p>Основные понятия о процессах и потоках. Создание процесса и запуск.</p> <p>Создание потока, его атрибуты. Жизненный цикл потока. Пулы потоков.</p> <p>Планирование потоков и приоритеты. Алгоритмы планирования. Управление приоритетами и алгоритмами планирования.</p>	2	
5	<p>Службы синхронизации в ОС QNX Neutrino.</p> <p>Блокировки взаимного исключения (mutex).</p> <p>Наследование приоритетов и инверсия приоритетов. Условные переменные (condvar). Барьеры. Ждущие блокировки. Блокировки по чтению/записи. Семафоры (semaphores).</p>	2	
6.	<p>Механизмы IPC (Interprocess Communication – межзадачного взаимодействия) в ОС QNX Neutrino .</p> <p>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.</p>	2	
7.	<p>Часы, таймеры и периодические уведомления в ОС QNX Neutrino.</p> <p>Периодические процессы. Типы таймеров. Разрешающая способность отсчета времени. Флуктуации отсчета времени. Схема уведомления. Тайм – ауты ядра.</p>	2	
8.	<p>Прерывания в ОС QNX Neutrino Введение в прерывания. Активность прерываний по уровню и по фронту. Подключение обработчика прерывания. Особенности InterruptAttach() и InterruptAttachEvent().</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
9.	Администраторы ресурсов в ОС QNX Neutrino. Введение в администраторы ресурсов. Примеры и характеристики администраторов ресурсов. Функции обработчики. Написание администратора ресурсов.	2	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Исследование пригодности ОС Windows в качестве ОС реального времени.	8	МГ
2	Исследование базовых механизмов работы СРВ QNX Neutrino с процессами, потоками и методами синхронизации	7	МГ
3	Исследование имеющихся в СРВ QNX Neutrino IPC механизмов	7	МГ
4	Исследование имеющихся в СРВ QNX Neutrino механизмов таймеров и тайм-аутов ядра	7	МГ
5	Исследование имеющихся в СРВ QNX Neutrino механизмов обработки прерываний	7	КОП

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Примеры систем реального времени	5	Устный опрос №1
2	Классификационные признаки систем реального времени	6	Устный опрос №1
3	Сравнение архитектур ОС Windows NT, UNIX, QNX	5	Устный опрос №1
4	Планирование циклическое, спорадическое потоков (FIFO)	6	Устный опрос №2
5	Синхронизация с помощью алгоритма планирования и атомарных операций	5	Устный опрос №2
6	Управление очередями сообщений в стандарте POSIX	6	Устный опрос №2



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	Создание таймеров со схемой уведомления импульсом, сигналом, созданием потока	5	Устный опрос №3
8	Виды обработки прерываний	6	Устный опрос №3
9	Реализация набора методов, обработка клиентских запросов	6	Устный опрос №3

#### **4.5. Темы устных опросов.**

**Устный опрос №1** – Исследование пригодности ОС Windows в качестве ОС реального времени.

**Устный опрос №2** – Исследование базовых механизмов работы CPB QNX Neutrino с процессами, потоками и методами синхронизации.

**Устный опрос №3** – Исследование имеющихся в CPB QNX Neutrino IPC механизмов.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены на сервере «Information» в локальной сети кафедры САПРиУ.

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Текущий контроль успеваемости осуществляется путем выполнения практических работ и проведения регулярных устных опросов студентов

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами по материалам учебной дисциплины.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 20 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

<p><b>Вариант № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение и функции ядра ОС. Основные виды ядер ОС</li> <li>2. Обмен сообщениями в сети Qnet.</li> </ol>
--

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – «зачтено».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы : Учебное пособие для вузов по / И. П. Норенков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 342 с.
2. Операционная система реального времени QNX Neutrino 6.3. Системная архитектура / Ю. В. Асотов – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 316 с.
3. Смоленцев, В. П. Управление системами и процессами: учеб. для вузов / В. П. Смоленцев, В. П. Мельников, А. Г. Схиртладзе; под ред. В. П. Мельникова. – М.: Академия, 2010. – 336 с.

### **б) электронные учебные издания:**

4. Вейцман, В. М. Проектирование информационных систем : учебное пособие / В. М. Вейцман. – СПб. : Лань, 2019. – 316 с. (ЭБС «Лань»)
5. Рочев, К. В. Информационные технологии. Анализ и проектирование информационных систем : учебное пособие / К. В. Рочев. – 2-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2019. – 128 с. (ЭБС «Лань»)
6. Чистякова, Т. Б. Программирование на языках высокого уровня. Базовый курс : учеб. пособие / Т. Б. Чистякова, Р. В. Антипин, И. В. Новожилова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2008. – 101 с. (ЭБ)

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Системы реального времени» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП (СТО):

1 Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования [Текст] : СТП СПбГТИ 040-02 / СПбГТИ(ТУ). – Введ. с 01.07.2002. – СПб. : [б. и.], 2002. – 7.00 с.

2 Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению : СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014 / СПбГТИ(ТУ). – Электрон. текстовые дан. – Взамен СТП СПбГТИ 018-02. – СПб. : [б. и.], 2014. – 16 с.

3 Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов : СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015 / СПбГТИ(ТУ). – текст. – Взамен СТП СПбГТИ 016-99 ; Введ. с 01.06.2015. – СПб. : [б. и.], 2015. – 42 с.

4 Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению [Текст] : СТП СПбГТИ 048-2009 / СПбГТИ(ТУ). – Введ. с 01.01.2010. – СПб. : [б. и.], 2009. – 6 с.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

### **10.2. Программное обеспечение.**

В учебном процессе используется лицензионное системное и прикладное программное обеспечение, приведенное в таблице 1.

Таблица 1 – Лицензионное программное обеспечение

Наименование программного продукта	Лицензия
Microsoft Windows	Подписка Azure DevTools for Teaching Subscription ID 1831112343
Microsoft Visual Studio Community	
Microsoft Access	
Microsoft Visio	
Apache OpenOffice.org	Открытая лицензия Apache License 2.0

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для проведения занятий по дисциплине на кафедре систем автоматизированного проектирования и управления СПбГТИ(ТУ) имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

Таблица 2 – Характеристика материально-технической базы

Наименование компьютерного класса кафедры	Оборудование
Класс информационных и интеллектуальных систем	40 посадочных мест. Учебная мебель, пластиковая доска. Персональные компьютеры (20 шт.): четырехъядерный процессор Intel Core i7-920 (2666 МГц), ОЗУ 6 Гб; НЖМД 250 Гб; CD/DVD привод, DVD-RW; видеокарта NVIDIA GeForce GT 220 (1024 Мб); звуковая и сетевая карты, встроенные в материнскую плату. Персональные компьютеры объединены в корпоративную вычислительную сеть кафедры и имеют выход в сеть «Интернет».
Лекционная аудитория	56 посадочных мест. Учебная мебель. Мультимедийный проектор NEC NP41. Ноутбук Asus абј на базе процессора Intel Core Duo T2000. Мультимедийная интерактивная доска Screen-Media.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Системы реального времени»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-14	Способность проводить работы по проектированию автоматизированных систем управления производством	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«незачтено»	«зачтено»
ПК-14.3 Проектирование систем реального времени для автоматизированного управления производством	Называет современные технологии проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы №1-12 к зачету	Перечисляет современные технологии проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством с ошибками.	Перечисляет современные технологии проектирования систем реального времени для автоматизированного управления без ошибок; хорошо ориентируется в преимуществах и недостатках.
	Объясняет выбор современных технологий проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством (У-1).	Правильные ответы на вопросы № 13-24 к зачету	Выбирает современные технологии проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством с ошибками.	Способен самостоятельно осуществить выбор современных технологий проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством
	Демонстрирует навыки проектирования систем реального времени для автоматизированного управления производством (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 25-36 к зачету	Проектирует архитектуру систем реального времени для автоматизированного управления производством с ошибками.	Способен самостоятельно проектировать архитектуру систем реального времени для автоматизированного управления производством.

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-14:

1. Определения систем реального времени (СРВ). Примеры СРВ.
2. Механизмы IPC в ОС QNX, общее описание.
3. Состав, структура и параметры СРВ. Жесткие и мягкие СРВ.
4. Изменение состояний потока при Send/Receive/Reply.
5. Особенности ОСРВ и их отличия от ОС общего назначения. Требования к ОСРВ.
6. Синхронный обмен сообщениями в ОС QNX
7. Стандарты POSIX для ОСРВ. Классы ОСРВ
8. Асинхронный обмен сообщениями в ОС QNX
9. Определение и функции ядра ОС. Основные виды ядер ОС
10. Чтение и запись данных при обмене сообщениями в ОС QNX. Составные сообщения
11. Ядро ОС UNIX. Архитектура ОС UNIX. Описание подсистем ядра.
12. Проблема синхронизации в многопоточном сервере QNX. Использование флагов канала: `_NTO_CHF_UNBLOCK` и `_NTO_MI_UNBLOCK_REQ`.
13. Подсистема управления процессами в ОС UNIX и межпроцессное взаимодействие.
14. Обмен сообщениями в сети Qnet.
15. Ядро ОС Windows. Архитектура ОС Windows. Описание подсистем ядра.
16. Сигналы в ОС QNX. Описание сигналов
17. Подсистема управления процессами/потоками в ОС Windows.
18. Очереди сообщений в ОС QNX. Управление очередями сообщений.
19. Методы синхронизации потоков в ОС Windows.
20. Разделяемая память в ОС QNX. Создание объектов разделяемой памяти.
21. Архитектура ОС QNX Neutrino. Микроядро.
22. Каналы в ОС QNX. Неименованные и именованные каналы.
23. Основные понятия о процессах и потоках ОС QNX. Создание процесса и запуск.
24. Периодические процессы в ОС QNX. Типы таймеров.
25. Алгоритмы планирования потоков в ОС QNX: FIFO – планирование, циклическое, спорадическое.
26. Разрешающая способность отсчета времени в ОС QNX. Флуктуации отсчета времени.
27. Создание потока в ОС QNX, его атрибуты. Жизненный цикл потока. Пулы потоков.
28. Схема уведомления о событиях по таймеру в ОС QNX: посылка импульса, сигнала, создание потока.
29. Службы синхронизации ОС QNX, общее описание.
30. Тайм – ауты ядра в ОС QNX.
31. Блокировки взаимного исключения (mutex). Условные переменные (condvar). Семафоры (semaphores).
32. Обработка прерывания в ОС QNX. Очистка источника прерывания.
33. Барьеры. Ждущие блокировки. Блокировки по чтению/записи.
34. Активность прерываний по уровню и по фронту.
35. Синхронизация с помощью алгоритма планирования и атомарных операций. Наследование приоритетов и инверсия приоритетов.
36. Особенности `InterruptAttach()` и `InterruptAttachEvent()`.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 20 мин.

#### 4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требовани-

ями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015 КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Шкала оценивания на зачете – «зачтено» и «незачтено».