

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Автоматизация, управление, мехатроника»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**по дисциплине**

**Ф.1. «Системы реального времени»**

направления подготовки

15.04.04 "Автоматизация технологических процессов и производств"

Профиль 1: " Автоматизация технологических процессов и "

форма обучения – заочная

курс – 2

семестр – 3

зачетных единиц – 3

часов в неделю

всего часов – 72,

в том числе:

лекции – 4

коллоквиумы – нет

лабораторные занятия – нет

практические занятия – 6

самостоятельная работа – 62

зачет – 3 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

## 1. Цели и задачи дисциплины

*Целью преподавания дисциплины* Целями освоения дисциплины «Системы реального времени» являются обучение студентов систематизированному представлению о базовых принципах функционирования и методах разработки систем реального времени, навыкам разработки приложений в операционных системах реального времени.

*Задачи изучения дисциплины*, привить студентам знания и умения в области:

- теории операционных систем
- системного программного обеспечения
- аппаратно-программной организации ЭВМ
- теории автоматов

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Данная учебная дисциплина относится к факультативным дисциплинам учебного плана подготовки бакалавра в соответствии с Профиль 1: " Автоматизация технологических процессов и производств"

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения дисциплин «Интеллектуальные компьютерные информационно-управляющие системы», «Современные проблемы управления и автоматизации».

Знания, навыки и умения, полученные при изучении данной дисциплины, потребуются при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

**ПК-15** – способностью разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов

*Знает:* основы теории ЦОС и основные методы анализа ЦС, включая ДПФ, БПФ и НВП; способы применения методов ЦОС для исследования качества выпускаемой продукции, изучения особенностей, контроля и диагностики производственных и технологических процессов.

*Умеет:* использовать существующее и разрабатывать новое программное обеспечение, реализующее алгоритмы различных методов ЦОС.

*Владеет:* способностью к обработке различных видов экспериментальных ЦС с помощью как имеющегося, так и разработанного самостоятельно программного обеспечения, реализующего алгоритмы ЦОС; способностью анализировать частотно-временной состав ЦС, выявлять

особенности частотно-временного состава ЦС, делать выводы о его изменении в ходе исследования качества выпускаемой продукции, изучения особенностей, контроля и диагностики производственных и технологических процессов.

**ПК-16** - способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления;

**Знает:** программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления.

**Умеет** проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий.

**Владеет:** навыками проектирования электрических приводов в соответствии с техническими заданиями и использованием современных средств автоматизации расчетов и проектирования.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
<b>2 семестр</b>									
1	1-3	1	Введение в предмет и задачи систем реального времени Концепции построения СРВ и стандарты операционных систем реального времени (ОСРВ)	15	2				16
3	4-7	2	Управление прерываниями и временем в СРВ Управление процессами в ОСРВ Методы и средства межпроцессного взаимодействия в ОСРВ	19	2				16
6	8-11	3	Архитектуры аппаратных средств и их роль для реализации СРВ Управление памятью в СРВ и ОСРВ Управление устройствами ввода-вывода в СРВ	19				2	14
7	12-16	4	Проблемы автоматического управления в задачах СРВ	19				4	16

			Методы синтеза, тестирования и верификации СРВ						
<b>Всего</b>				72	4			6	62

### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<b>Введение в предмет и задачи систем реального времени (СРВ)</b> Определение системы реального времени. Определение операционной системы реального времени. <i>Аппаратные платформы, применяемые в СРВ.</i> <b>Концепции построения СРВ и стандарты операционных систем реального времени (ОСРВ)</b> Задачи, требующие работы в реальном времени. Архитектуры ОСРВ <i>Стандарты и их роль в развитии ОСРВ</i>	1, 2, 3,16
3	2	2	<b>Управление прерываниями и временем в СРВ</b> Роль прерываний в СРВ Управление прерываниями в ОСРВ Управление часами и таймерами в СРВ <b>Управление процессами в ОСРВ</b> Модель процессов в ОСРВ <b>Методы и средства межпроцессного взаимодействия в ОСРВ</b> Ресурсы и типы взаимодействия Примитивы синхронизации и их роль в ОСРВ Планирования процессов в ОСРВ	1, 2, 3,16

### 6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом

### 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3	2	1	Изучение архитектуры различных ОСРВ	3, 5,16
4	4	2	Основы работы в WindowsCE	3, 5, 6,16

### 8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	16	<b>Введение в предмет и задачи систем реального времени (СРВ)</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов <b>Концепции построения СРВ и стандарты операционных систем реального времени (ОСРВ)</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов	1, 2, 4,7–15,16
2	16	<b>Управление прерываниями и временем в СРВ</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов <b>Управление процессами в ОСРВ</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов <b>Методы и средства межпроцессного взаимодействия в ОСРВ</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов	2, 4,7–15,16
3	14	<b>Архитектуры аппаратных средств и их роль для реализации СРВ</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов <b>Управление памятью в СРВ и ОСРВ</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов <b>Управление устройствами ввода-вывода в СРВ</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов	1, 2, 4,7–15,16
4	16	<b>Проблемы автоматического управления в задачах СРВ</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов <b>Методы синтеза, тестирования и верификации СРВ</b> Изучение материалов лекций, подготовка рефератов	3, 5, 6,7–15,16

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС.

### **10. Расчетно-графическая работа**

Не предусмотрена учебным планом

### **11. Курсовая работа**

Не предусмотрена учебным планом

### **12. Курсовой проект**

Не предусмотрен учебным планом

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения

материала, оценка способности студента применить полученные ранее знания; в проведении модулей и коллоквиумов, как способов межсессионной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

Показателем оценивания степени усвоения является оценка, полученная на экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена. При этом руководствуются следующими критериями.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)</b>
Отлично	заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой

дисциплине.

Умения и навыки, приобретенные оцениваются по результатам выполнения лабораторных работ, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Показателем оценивания степени усвоения знаний элементов компетенций, является оценка, полученная при ответе на лабораторных работах. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа представленного материала в ответ на практические контрольные задания. При этом руководствуются следующими критериями:

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)</b>
Отлично	выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Хорошо	выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
Удовлетворительно	выставляется студенту, если задание на лабораторную работу выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать

	возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при решении конкретной задачи.
Неудовлетворительно	выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Умения и навыки, приобретенные студентом оцениваются по результатам выполнения практических заданий, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Показателем оценивания степени усвоения знаний является оценка, полученная при представлении материалов и докладе по выданной теме. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа представленного материала в ответ на практические контрольные задания. При этом руководствуются следующими критериями:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	Оценка «Отлично» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Хорошо	Оценка «Хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащегося основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть



	неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
удовлетворительно	Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
неудовлетворительно	Оценка «Неудовлетворительно» выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков включает учет успешности выполнения лабораторных, практических работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

### **Вопросы к экзамену**

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.

#### **14. Образовательные технологии**

Для успешного освоения дисциплины в ходе изложения материала используются лекции на основе мультимедийных презентаций. При изложении материала лектор обсуждает проблемные вопросы, направленные на практическую и самостоятельную деятельность студента.

Для развития самостоятельной активности в изучении материала студентам предлагается использование интернет-ресурсов (электронных каталогов, специализированных порталов и сайтов), подготовка к участию в дискуссиях по предлагаемым темам курса, выступление с рефератами. По всем практическим и самостоятельным работам студентам предлагается индивидуальное задание.

При защите рефератов будет использоваться технология рецензирования «1-2-3»: студент рецензент по рецензируемому реферату должен сделать одно замечание, два положительных момента, три предложения по улучшению.

При решении задач по программированию студенты делятся на пары. Члены каждой микрогруппы придумывают тесты для проверки задачи коллеги, а также проверяют решения друг друга.

При обучении лиц с ограниченными возможностями и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

Для достижения планируемых результатов также используются следующие образовательные технологии:

1. Дистанционные на основе информационно-образовательной среды СГТУ имени Гагарина Ю.А., основе реализации возможности самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом, в том числе до прохождения занятий, текущего дистанционного консультирования студентов.

2. Развивающее проблемно-ориентированное обучение, направленное на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения на основе рассмотрения примеров из практической деятельности преподавателей, в области научно-практических исследований.

3. Личностно ориентированное обучение, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе в рамках самостоятельной работы.

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### ***Основная литература***

1. Алексеев А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 [Электронный ресурс]/ Алексеев А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 312 с.—

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/57381.html>

2. Федотов И.Е. Модели параллельного программирования [Электронный ресурс]/ Федотов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012.— 384 с.—

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/20877.html>

3. Федотов И.Е. Приемы параллельного программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Федотов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский новый университет, 2009.— 184 с.—

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/21300.html>

### ***Дополнительная литература***

4. Гриценко Ю.Б. Системы реального времени [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гриценко Ю.Б.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2009.— 256 с.—

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/13976.html>

5. Назаров С.В. Современные операционные системы [Электронный ресурс]/ Назаров С.В., Широков А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 351 с.—

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/52176.html>.

6. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс]/ Гергель В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 480 с.—

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/57385.html>.

### ***Периодические издания***

7. Прикладная информатика –

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/11770.html>

8. Вестник Российского нового университета. Серия Управление, вычислительная техника и информатика –

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/26390.html>

9. Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика –

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/8348.html>

### ***Интернет-ресурсы***

10. Основные Российские образовательные порталы  
[www.edu.ru](http://www.edu.ru) - Федеральный портал «Российское образование»  
[www.informika.ru](http://www.informika.ru) - Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций

11. Интернет - энциклопедия Wikipedia:

<http://ru.wikipedia.org>

12. «Программирование в среде Visual Studio.Net: разработка приложений на языке C#» (2010-2015г.г.)

<http://school.sgu.ru/course/view.php?id=29>

Учебный постоянно обновляемый ресурс для обучения программированию на языке C.

13. «Программирование на языке C++» (2010-2015г.г.)

<http://course.sgu.ru/course/view.php?id=137>

Учебный ресурс для обучения программированию на языке C++.

14. Информационно-справочный портал корпорации Microsoft

<http://msdn.microsoft.com/ru-ru/default.aspx>

Справочный материал по особенностям работы с продуктам Microsoft (Microsoft Office, Visual Studio).

15. Образовательном портале Виртуальной академии Microsoft  
<http://www.microsoftvirtualacademy.com/>

Справочный материал по особенностям работы с продуктами Microsoft (Microsoft Office, Visual Studio).

#### ***Источники ИОС***

16. <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/>

#### **16. Материально-техническое обеспечение**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы.

Компьютерное оборудование, подключенное к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду на базе ПК – 12 шт.