

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

В.Л. Оленев  
(инициалы, фамилия)

(подпись)  
«19» февраля 2025 г

#### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы реального времени»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности	Программирование, аналитика данных и цифровая трансформация систем
Форма обучения	очная
Год приема	2025

#### Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

к.т.н., доц.

(должность, уч. степень,  
звание)

(подпись, дата)

В.Л. Оленев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14

«19» февраля 2025 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 14

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Л. Оленев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень,  
звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Системы реального времени» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Программирование, аналитика данных и цифровая трансформация систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием и разработкой надежных и отказоустойчивых программных приложений, функционирующих на платформе операционных систем реального времени, с помощью современных методов, алгоритмов, программных пакетов и сред. Позволяет получить фундаментальные теоретические знания и приобрести практические навыки в области анализа требований и разработки систем реального времени.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Системы реального времени» является формирование профессиональной подготовки студентов в области современных теоретических и практических методов проектирования и реализации систем реального времени на платформе операционных систем реального времени с использованием специальных алгоритмов и механизмов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов	ПК-3.3.1 знать стандарты реализации интерфейсов подключаемых устройств, технологии разработки и отладки системных продуктов, конструкции распределенного и параллельного программирования, принципы организации и схемы работы операционных систем, принципы построения сетевого взаимодействия ПК-3.У.1 уметь применять языки программирования низкого и высокого уровня, осуществлять отладку программных продуктов для целевой операционной системы, работать с документацией ПК-3.В.1 владеть навыками написания исходного кода программных продуктов для целевых операционных систем, владеть технологиями разработки и отладки системных продуктов, навыками распределенного и параллельного программирования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Информатика
- Основы программирования
- Технология программирования
- Организация ЭВМ и вычислительные системы
- Микропроцессорные системы
- Системное программирование
- Операционные системы

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Системы с параллельной обработкой информации

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	57	57
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (ЗЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 7</b>					
Раздел 1. Системы реального времени. Область применения. Операционные системы реального времени: особенности, виды, требования, классы, архитектура.	4		2		5
Раздел 2. Процессы. Поток. Типы ограничений. Характеристики.	4		2		5
Раздел 3. Планирование и диспетчеризация. Алгоритмы планирования.	8		3		5
Раздел 4. Организация взаимодействия между задачами. Проблемы синхронизации. Механизмы межзадачной синхронизации и взаимодействия (IPC).	4		6		5
Раздел 5. Управление памятью в ОСРВ. Прерывания. Особенности драйверов ОСРВ. Часы и таймеры.	2		2		5
Раздел 6. Обзор стандартов: POSIX, uITRON, ucOS.	2				5

Раздел 7. Обзор ОСРВ: QNX, VxWorks, LynxOS, PikeOS.	2				5
Раздел 8. Стандарты ОСРВ в области авиации: ARINC 653, MILS, DO-178. Концепция изолированных разделов.	4				5
Раздел 9. ОСРВ QNX. Ознакомление и настройка QNX, использование среды разработки, API-интерфейс QNX.	2		1		8
Раздел 10. POSIX Threads. Функции управления потоками. Функции синхронизации потоков.	2		1		9
Итого в семестре:	34		17		57
Итого	34	0	17	0	57

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Системы реального времени Пример использования СРВ. Область применения. Встраиваемые системы: особенности, требования, ограничения. Время реакции. Операционные системы реального времени (ОСРВ). Особенности ОСРВ. Сравнение с ОС обычного назначения. Виды ОСРВ: жесткое реальное время, мягкое реальное время. Дедлайн. Требования к ОСРВ. Многозадачность. Ядро ОСРВ: преимущества выделения ядра ОСРВ, микроядро, экзоядро. Архитектура ОСРВ: монолитная, уровневая (слоевая), «клиент-сервер». Классы ОСРВ: минимальное ядро системы реального времени, ядро системы реального времени и инструментальная среда, ОС с полным сервисом. Свойства ОСРВ: своевременность, предсказуемость, эффективность, отказоустойчивость.
2	Процессы. Поток. Типы ограничений. Характеристики. Процесс. Виды параллельности. Назначение процессов. Состояния процесса. Операции над процессами. Планирование: политика планирования, алгоритм планирования, диспетчеризация. Приоритет. Поток. Основные свойства потоков. Контекст потока. Переключение контекста. Управляющий блок потока. Основные свойства потоков. Многократный запуск потоков. Реентерабельность. Пустой поток. Преимущества потоков. Недостатки потоков. Преимущества многопоточности. Типы ограничений задач: временные ограничения, ограничения предшествования, ограничения взаимного исключения на общие ресурсы. Наихудшее время выполнения задачи (WCET). Характеристики задач реального времени. Регулярность активации задачи: периодические, аperiodические.

3	Планирование и диспетчеризация. Алгоритмы планирования. Планирование и оценка алгоритмов планирования. Планирование с переключением/без переключения. Виды планирования: приоритетные, беспriorитетные. Беспriorитетные алгоритмы планирования: планирование по принципу FIFO, циклическое планирование Round-Robin. Алгоритм планирования с многоуровневыми очередями с обратными связями. Приоритеты: статические, динамические. Приоритетные планировщики: вытесняющие, невытесняющие. Статические алгоритмы планирования. Динамические алгоритмы планирования. Динамические алгоритмы планирования с динамическими приоритетами: EDF (earliest deadline first), LLF (least laxity first). Динамические алгоритмы планирования со статическими приоритетами: RMS (rate monotonic scheduling), DMS (deadline monotonic scheduling). Периодические (timeline scheduling) и аperiodические алгоритмы планирования (Джексона, Горна). Алгоритмы на базе сервера событий (polling server, deferrable server, priority exchange, sporadic server, slack stealing). Анализ эффективности планирования.
4	Организация взаимодействия между задачами. Ресурс. Проблемы синхронизации: взаимная блокировка, инверсия приоритетов. Протоколы доступа к ресурсам: протокол наследования приоритетов, потолочный протокол. Механизмы синхронизации и взаимодействия задач (IPC): мьютексы, семафоры, сигналы, условные переменные, барьеры, сообщения, почтовые ящики, очереди сообщений.
5	Управление памятью в OCPB. Менеджер памяти. Прерывания. Особенности драйверов OCPB. Часы и таймеры. Основные временные характеристики.
6	Обзор стандартов: POSIX, uTRON, ucOS.
7	Обзор OCPB: QNX, VxWorks, LynxOS, PikeOS.
8	Стандарты OCPB в области авиации: ARINC 653, MILS, DO-178. Концепция изолированных разделов. Пространственное разделение. Временное разделение.
9	OCPB QNX. Ознакомление и настройка QNX, использование среды разработки, API-интерфейс QNX.
10	POSIX Threads. Функции управления потоками. Функции синхронизации потоков.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	OCPB QNX: настройка, использование среды разработки, API-интерфейс.	2		9, 10
2	Многопоточные программы в OCPB QNX	4		1, 2, 9, 10
3	Политики планирования в OCPB QNX	3		3, 9, 10
4	Механизмы IPC: механизмы межзадачной синхронизации в OCPB QNX	4		4, 5
5	Механизмы IPC: механизмы межзадачного обмена данными в OCPB QNX	4		4, 5
Всего		17		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	37	37
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	17	17
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	3
Всего:	57	57

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров
-------	--------------------------	------------------------

URL адрес		в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004.4(075) О-54	Сетевые операционные системы [Текст] : учебное пособие / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - М. и др. : Питер, 2003. - 538 с. : рис. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 525 - 526 (21 назв.). - ISBN 5-272-00120-6	3
004.4 3-96	Операционная система реального времени QNX [Текст] : от теории к практике / С. Н. Зыль. - 2-е изд. - СПб. : БХВ - Петербург, 2004. - 192 с. : рис. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN 5-94157-486-X : 98.10 р.	3
681.3 Т18	Современные операционные системы [Текст] = Modern operating systems / Э. Таненбаум ; ред. Е. Строганова ; пер. А. Леонтьев. - 2-е изд. - СПб. : ПИТЕР, 2005. - 1038 с. : табл., рис. - (Классика Computer science). - Библиогр.: с. 989 - 1020. - Алф. указ.: с. 1021 - 1037. - ISBN 5-318-00299-4 (рус.). - ISBN 0-13-031358-0 (англ.) : 549.90 р.	1
004.4 К 36	Язык программирования С [Текст] = The C programming Language : пер. с англ. / Б. В. Керниган, Д. Ритчи. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. и др. : Вильямс, 2006. - 304 с. : рис. - (Серия книг по программированию от Prentice Hall). - Загл. обл. : ANSI C. - Предм. указ.: с. 284 - 289. - ISBN 5-8459-0891-4. - ISBN 0-13-110362-8 (англ.) : 70.00 р.	1

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование

#### 8. Перечень информационных технологий

##### 8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

##### 8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
-------	--------------

	Не предусмотрено
--	------------------

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

##### 10.1. Состав оценочных средствдля проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов

##### 10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Система реального времени: описание, основная задача, предъявляемые требования.	ПК-3.З.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
2	Система реального времени: описание, область применения, время реакции.	
3	Операционные системы реального времени: определение, причины использования, виды.	
4	Операционные системы реального времени: определение, особенности, предъявляемые к ОСРВ требования.	
5	Операционные системы реального времени: определение, свойства.	
6	Операционные системы жёсткого реального времени: определение, особенности. Дедлайн.	
7	Операционные системы мягкого реального времени: определение, особенности. Дедлайн.	
8	Ядро ОСРВ: определение, базовые сервисы, виды ядер.	
9	Архитектура ОСРВ: перечисление, описание.	
10	Многозадачность. Виды параллельности. Процесс: определение, назначение, состояния.	
11	Многозадачность. Виды параллельности. Поток: определение, предпосылки появления, функции, свойства.	
12	Поток: определение. Понятия: приоритет, контекст потока,	

	управляющий блок потока. Свойства: многократный запуск, реентерабельность. Пустой поток.	
13	Поток: определение, преимущества и недостатки. Преимущества многопоточности.	
14	Временные ограничения задач. Наихудшее время выполнения задачи (WCET). Характеристики задач. Регулярность активации задачи.	
15	Ресурсы: определение, виды, типы	
16	Проблемы взаимодействия задач. Взаимная блокировка (Deadlock). Блокировка (Lockout). Голодовка. Инверсия приоритетов.	
17	Инверсия приоритетов: ограниченная, неограниченная, механизмы борьбы.	
18	Механизмы межзадачного взаимодействия (IPC): определение, перечисление, краткое описание. Необходимость синхронизации задач.	
19	Средства межзадачного обмена данными: задачи, перечисление механизмов, краткое описание.	
20	Средства синхронизации задач: задачи, перечисление механизмов, краткое описание.	
21	Механизмы межзадачного взаимодействия (IPC): мьютекс, семафор.	
22	Планирование: политика планирования, алгоритм планирования, диспетчеризация. Задачи планирования. Цели планирования.	
23	Планирование. Типы планировщиков: перечисление, описание.	
24	Приоритетные и бесприоритетные алгоритмы планирования: особенности, преимущества и недостатки.	
25	Приоритетные статические и динамические алгоритмы планирования: особенности, преимущества и недостатки.	
26	Вытесняющие и невытесняющие алгоритмы планирования: особенности, преимущества и недостатки.	
27	Статические (оффлайн) и Динамические (онлайн) алгоритмы планирования: особенности, преимущества и недостатки.	
28	Алгоритмы планирования First-Come First-Served, циклическое (Round-Robin) планирование: свойства, особенности.	
29	Алгоритмы планирования Shortest-Job-First, многоуровневые очереди с обратной связью: свойства, особенности.	
30	Планирование периодических задач: условия выполнения, коэффициент использования процессора, алгоритмы (перечисление и краткое описание).	
31	Алгоритмы планирования периодических задач. Rate Monotonic: свойства, особенности, примеры расписания.	
32	Алгоритмы планирования периодических задач. Earliest Deadline First: свойства, особенности, примеры расписания.	
33	Планирование аperiodических задач: алгоритмы	

	(перечисление, краткое описание, сравнение).
34	Анализ эффективности планирования: показатели эффективности (перечисление, краткое описание).
35	Прерывания: назначение, типы прерываний.
36	Прерывания: маскирование, приоритизация, процедуры обработки.
37	Параметры OCPB.
38	Стандарты OCPB: цели. Описание стандартов POSIX, uITRON, OSEK/VDX.
39	Стандарты OCPB: цели. Описание стандартов DO-178, MILS, ARINC-653.
40	Схематично изобразить: Алгоритм планирования Rate Monotonic: пример расписания для двух задач.
41	Схематично изобразить: Алгоритм планирования Earliest Deadline First: пример расписания для двух задач.
42	Инверсия приоритетов: определение, примеры и схематический рисунок.
43	Неограниченная инверсия приоритетов: суть, привести иллюстрированный пример, способы борьбы.
44	Взаимная блокировка (тупик, deadlock): примеры и схематический рисунок.
45	Планирование периодических задач: описание.
46	Планирование: Долговременный планировщик: описание, цели.
47	Планирование: Среднесрочный планировщик: описание, цели.
48	Планирование: Краткосрочный планировщик: описание, цели.
49	Планирование периодических задач: условия выполнения, коэффициент использования процессора.
50	Алгоритм планирования First-Come First-Served: свойства, особенности.
51	Алгоритм планирования Round-Robin (циклическое планирование): свойства, особенности.
52	Алгоритм планирования Shortest-Job-First: свойства, особенности.
53	Алгоритм планирования многоуровневые очереди с обратной связью: свойства, особенности.
54	Алгоритм планирования Rate Monotonic: свойства, особенности.
55	Алгоритм планирования Earliest Deadline First: свойства, особенности.
56	Анализ эффективности планирования: перечислить и кратко описать показатели эффективности.
57	Прерывания: определение, назначение.
58	Маскирование прерываний: типы маскирования.
59	Таблица прерываний: описание.
60	Процедуры обработки прерываний: типы, описание.
61	Функции служб времени OCPB.
62	Основные операции средств работы с таймерами в OCPB.
63	Стандарт POSIX: описание, назначение.

64	Стандарт uITRON: описание, задачи, принципы проектирования.
65	Стандарт OSEK/VDX: описание и назначение.
66	Стандарт DO-178: описание, назначение.
67	Стандарт MILS: описание, назначение, основные концепции и архитектура.
68	Стандарт ARINC-653: описание, назначение, сервисы.
69	Временные параметры OCPB: перечисление, краткое описание.
70	Временные параметры OCPB: время отклика на прерывание.
71	Временные параметры OCPB: время переключения контекста.
72	Временные параметры OCPB: запаздывание диспетчера.
73	Концепция изолированных разделов: пространственное разделение.
74	Концепция изолированных разделов: временное разделение.

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора						
1	<p><b>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</b></p> <p>Установите назначение различных примитивов для синхронизации процессов в параллельных системах.</p> <table><tr><th>Форма</th><th>Назначение</th></tr><tr><td>1. Мьютексы</td><td>А. Для синхронизации доступа известного количества потоков или процессов к совместно используемым ресурсам путём подсчёта числа обращений по захвату и освобождению ресурса. Положительное значение счётчика позволяет разблокировать поток или процесс, а отрицательное – заблокировать.</td></tr><tr><td>2. Семафоры</td><td>В. Для синхронизации доступа нескольких потоков к совместно используемым ресурсам путём монополизации доступа для одного из них.</td></tr></table>	Форма	Назначение	1. Мьютексы	А. Для синхронизации доступа известного количества потоков или процессов к совместно используемым ресурсам путём подсчёта числа обращений по захвату и освобождению ресурса. Положительное значение счётчика позволяет разблокировать поток или процесс, а отрицательное – заблокировать.	2. Семафоры	В. Для синхронизации доступа нескольких потоков к совместно используемым ресурсам путём монополизации доступа для одного из них.	ПК-3.3.1
Форма	Назначение							
1. Мьютексы	А. Для синхронизации доступа известного количества потоков или процессов к совместно используемым ресурсам путём подсчёта числа обращений по захвату и освобождению ресурса. Положительное значение счётчика позволяет разблокировать поток или процесс, а отрицательное – заблокировать.							
2. Семафоры	В. Для синхронизации доступа нескольких потоков к совместно используемым ресурсам путём монополизации доступа для одного из них.							

	3. Барьеры	С. Для синхронизации доступа нескольких потоков или процессов к совместно используемым ресурсам путём блокирования одного или нескольких потоков до момента поступления сигнала от другого потока о выполнении некоторого условия или до истечения максимального промежутка времени ожидания.
	4. Условные переменные	Д Для синхронизации доступа нескольких потоков или процессов к совместно используемым ресурсам путём блокирования их перед входом в критические точки до входа последнего потока или процесса в критическую точку.
<b>К каждой позиции, данной в левом столбце, выберите соответствующую позицию в правом столбце</b> <b>Правильный ответ:</b>		
2	<b>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность.</b>  Расставьте этапы обоснования необходимости разработки программы в нужной последовательности. А. Сбор исходных материалов. В. Постановка задачи. С. Обоснование необходимости проведения научно-исследовательских работ. Д. Выбор и обоснование критериев эффективности и качества разрабатываемой программы.  <b>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</b> <b>Правильный ответ:</b>	
3	<b>Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</b> Выберите из нижеперечисленных компонент, который не используется для реализации интерфейсов подключаемых устройств.  А. USB. В. PCI Express. С. Bluetooth. Д. Wi-Fi.  <b>Правильный ответ:</b>	
4	<b>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</b> Перечислите парадигмы, которые используются в параллельном программировании. А. Многопоточность. В. Лямбда-выражения. С. Многопроцессность. Д. Асинхронное программирование.  <b>Правильные ответы:</b>	

5	<b>Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</b> Паравиртуализация - это... <b>Правильный ответ:</b>											
6	<b>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</b> Инструменты и методы, часто используемые для отладки кода на языках программирования Java, Python и других. <table><tr><th>Инструменты</th><th>Назначение</th></tr><tr><td>1. Printf()</td><td>А. Для построчного выполнения кода и выявления ошибок.</td></tr><tr><td>2. Отладчик GDB</td><td>В. Для форматированного вывода отладочной информации.</td></tr><tr><td>3. Профилировщик gprof</td><td>С. Для выявления «подозрительных» участков кода и «подсвечивания» мусора в нём.</td></tr><tr><td>4.Анализатор кода Linter</td><td>Д. Для контроля времени выполнения и частоты вызовов различных функций программы.</td></tr></table> <b>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</b> <b>Правильный ответ:</b>		Инструменты	Назначение	1. Printf()	А. Для построчного выполнения кода и выявления ошибок.	2. Отладчик GDB	В. Для форматированного вывода отладочной информации.	3. Профилировщик gprof	С. Для выявления «подозрительных» участков кода и «подсвечивания» мусора в нём.	4.Анализатор кода Linter	Д. Для контроля времени выполнения и частоты вызовов различных функций программы.
Инструменты	Назначение											
1. Printf()	А. Для построчного выполнения кода и выявления ошибок.											
2. Отладчик GDB	В. Для форматированного вывода отладочной информации.											
3. Профилировщик gprof	С. Для выявления «подозрительных» участков кода и «подсвечивания» мусора в нём.											
4.Анализатор кода Linter	Д. Для контроля времени выполнения и частоты вызовов различных функций программы.											
7	<b>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность.</b> Расставьте этапы разработки программы в нужной последовательности. А. Проектирование. В. Анализ требований. С. Тестирование. D. Программирование. Е. Установка. F. Системная интеграция. G.Сопровождение.  <b>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</b> <b>Правильный ответ:</b>											
8	<b>Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</b> Укажите язык программирования высокого уровня, который не предназначен для разработки системных приложений.  А. C++. В. Python. С. Rust. D. JavaScript.  <b>Правильный ответ:.</b>											
9	<b>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</b> Выберите информацию, которую можно получить из документации для эффективного использования низкоуровневых языков программирования.											

ПК-3.У.1

ПК-3.У.1



	<p>A. Описание архитектуры процессора. B. Таблицы прерываний. C. Стандартные библиотеки для работы с памятью. D. Примеры кода на Python.</p> <p><b>Правильный ответ:</b></p>											
10	<p><b>Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</b> Архитектура процессора — это...</p> <p><b>Правильный ответ:</b></p>											
11	<p><b>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</b></p> <p>Типы диаграмм и их назначение при графическом представлении данных.</p> <table><tr><th>Библиотеки</th><th>Назначение</th></tr><tr><td>1. OpenMP</td><td>A. Для поддержки механизма передачи сообщений в стандартных языках программирования для многопроцессорных систем.</td></tr><tr><td>2. MPI</td><td>B. Для написания параллельных программ для систем с общей памятью.</td></tr><tr><td>3. CUDA</td><td>C. Для реализации высокопроизводительных вычислений с использованием современных SMP, GPU и FPGA .</td></tr><tr><td>4. OpenCL</td><td>D. Для повышения производительности параллельных вычислений путём работы с графическим процессором.</td></tr></table> <p><b>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</b></p> <p><b>Правильный ответ:</b></p>	Библиотеки	Назначение	1. OpenMP	A. Для поддержки механизма передачи сообщений в стандартных языках программирования для многопроцессорных систем.	2. MPI	B. Для написания параллельных программ для систем с общей памятью.	3. CUDA	C. Для реализации высокопроизводительных вычислений с использованием современных SMP, GPU и FPGA .	4. OpenCL	D. Для повышения производительности параллельных вычислений путём работы с графическим процессором.	ПК-3.В.1
Библиотеки	Назначение											
1. OpenMP	A. Для поддержки механизма передачи сообщений в стандартных языках программирования для многопроцессорных систем.											
2. MPI	B. Для написания параллельных программ для систем с общей памятью.											
3. CUDA	C. Для реализации высокопроизводительных вычислений с использованием современных SMP, GPU и FPGA .											
4. OpenCL	D. Для повышения производительности параллельных вычислений путём работы с графическим процессором.											
12	<p><b>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность.</b> Расставьте этапы разработки параллельного алгоритма в нужной последовательности. A. Установление связей между подзадачами (communication). B. Разбиение задачи на минимальные независимые подзадачи (partitioning). C. Распределение укрупненных подзадач по процессорам таким образом, чтобы обеспечить равномерную загрузку процессоров (mapping). D. Объединение подзадач с целью минимизации коммуникаций (agglomeration).</p> <p><b>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</b></p> <p><b>Правильный ответ:</b></p>											
13	<p><b>Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</b> Выберите из перечисленных моделей программирования ту, которая не используется для разработки распределенных систем.</p> <p>A. Модель клиент-сервер</p>											

	<p>B. Модель разделяемой памяти  C. Парадигма MapReduce  D. Акторная модель</p> <p><b>Правильный ответ:</b></p>	
14	<p><b>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</b>  Укажите языки программирования, которые чаще всего используются для разработки системных программ для целевых ОС.</p> <p>A. C  B. C++  C. Java  D. Python</p> <p><b>Правильный ответ:</b></p>	
15	<p><b>Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</b>  Логирование подразумевает ...</p> <p><b>Правильный ответ:</b></p>	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;

- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

- Каждая ЛР выполняется по индивидуальному заданию, выданному студенту преподавателем;
- В задании должно быть четко сформулирована задача, выполняемая в ЛР;
- ЛР должна выполняться на основе полученных теоретических знаний;
- Выполнение ЛР должно осуществляться на основе методических указаний, предоставляемых преподавателем;
- ЛР должна выполняться в специализированном компьютерном классе и может быть доработана студентом в домашних условиях, если позволяет ПО;
- Итогом выполненной ЛР является отчет и демонстрация результатов работы преподавателю в электронном виде.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

- Постановка задачи;
- Содержание этапов выполнения;
- Листинг программы на ЯВУ Си.
- Контрольные тесты. Подраздел содержит наборы исходных данных и полученные в ходе выполнения программы результаты.
- Обоснование полученного результата (вывод);

Т.к. итогом выполнения ЛР является не отчет, а демонстрация результатов работы в электронном виде, то студент должен продемонстрировать преподавателю, как получены результаты работы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

- Лабораторная работа (ЛР) предоставляется в печатном/или электронном виде;
- ЛР должна иметь титульный лист (ГОСТ 7.32-2001 издания 2008 года) с названием и подписью студента, который ее сделал и оформил;
- Студент должен защитить ЛР. Отметка о защите должна находиться на титульном листе вместе с подписью преподавателя.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой