

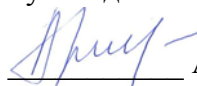


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

 Артемьева И.Л.

«Утверждаю»

И.о. директора департамента

 Смагин С.В.
« 20 » июня 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Интеллектуальные управляющие системы реального времени

Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

(Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных)

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа/курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10.01.2018 № 13 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа составлена на основе разработанной и утвержденной Ученым советом факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (протокол № 7 от «29» сентября 2021 г.) РПД «Интеллектуальные управляющие системы реального времени».

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента программной инженерии и искусственного интеллекта ИМиКТ ДВФУ, протокол № 6.1а от «17» июня 2022 г.

И.о. директора департамента программной инженерии и искусственного интеллекта ИМиКТ ДВФУ
к.т.н. Смагин С.В.

Составитель (ли): профессор департамента ПИИИ ИМиКТ ДВФУ д.т.н. Артемьева И.Л., Балашов В. В. к.ф.-м.н., с.н.с., факультет ВМК МГУ имени М.В.Ломоносова

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» _____ 200 г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» _____ 200 г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа дисциплины разработана при участии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» в рамках Соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий на разработку программ бакалавриата и программ магистратуры по профилю «искусственный интеллект», а также Программы развития «Образовательного комплекса по Искусственному Интеллекту» МГУ имени М.В. Ломоносова на период 2021-2024 гг. от 27 сентября 2021 г.

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: Формирование у студентов необходимого объема теоретических и практических знаний о методах распределенного искусственного интеллекта для создания многоагентных систем, умений и навыков практической реализации методов распределенного искусственного интеллекта для построения семантического веба (Web 3.0).

Задачи:

1. ознакомление со структурой, архитектурой, видами обучения, протоколами многоагентных систем, методами многоагентного программирования;
2. ознакомление с методами построения онтологических систем, онтологическими языками, логическими исчислениями для их описания;
3. изучение вопросов организации контура управления в ИУС РВ;
4. развитие навыков проектирования и построения многоагентных систем для всех типов протоколов на базе объяснимых моделей для всех типов протоколов и типов агентов;
5. формирование у обучающихся навыков применения многоагентных технологий для мобильных сетевых агентов, в том числе, в рамках интернета вещей, моделирования сложных распределённых систем.

Изучение дисциплины базируется на освоении знаний о принципах работы операционных систем, традиционных компьютерных сетей, программно-конфигурируемых компьютерных сетей.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-----------	-------------------------------------	--

	компетенции (результат освоения)	
Производственно-технологический	ПК-16 Способен создавать и применять методы распределённого искусственного интеллекта для создания интеллектуальных сред и семантического веба	ПК-16.1. Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для создания многоагентных систем
		ПК-16.2. Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для построения семантического веба (Web 3.0)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-16.1. Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для создания многоагентных систем	<i>Знает</i> структуры, архитектуры, виды обучения, протоколы многоагентных систем, методы многоагентного программирования. <i>Умеет</i> проектировать и строить многоагентные системы для всех типов протоколов на базе объяснимые модели для всех типов протоколов и типов агентов – когнитивных, реактивных, делиберативных, владеет языками программирования многоагентных систем и онтологическими моделями для представления знаний в многоагентных системах; применять многоагентные технологии для мобильных сетевых агентов, в том числе, в рамках интернета вещей, моделирования сложных распределённых систем (индустриальных, мобильных и др.). <i>Владеет</i> методами распределенного искусственного интеллекта для создания многоагентных систем.
ПК-16.2. Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для построения семантического веба (Web 3.0)	<i>Знает</i> методы построения онтологических систем, онтологические языки, логические исчисления для их описания. <i>Умеет</i> применять и разрабатывать технологии онтологического поиска, вывода на онтологиях и онтологической разметки для создания систем интернета, интранета и систем онтологического поиска и распределенного вывода на семантическом Вебе. <i>Владеет</i> методами распределенного искусственного интеллекта для построения семантического веба (Web 3.0).

1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа, в том числе 72 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (36 академических часов занятий лекционного типа, 36 академических часов занятий практического типа) и 72 академических часа на самостоятельную работу обучающихся (включая 27 часов на подготовку к экзамену).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контроль из часов на СР	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		
1	Тема 1. Назначение, устройство и основные задачи, возникающие при работе с облачными инфраструктурами.	3	6		6		12	27	Экзамен
2	Тема 2. Виртуализация	3	6		6		12		
3	Тема 3. Контейнерная виртуализация	3	6		6		12		
4	Тема 4. Свойства облачной инфраструктуры	3	6		6		12		
5	Тема 5. Архитектура IaaS Облаков	3	6		6		12		
6	Тема 6. Архитектура облачного приложения	3	6		6		12		
15	Промежуточная аттестация (экзамен)	3						27	
	Итого:		36		36		72		

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Тема 1. Организация контура управления в ИУС РВ	Структура типового контура управления в ИУС РВ, его деление на этапы. Иерархическая схема принятия решений в ИУС РВ. Многостадийная обработка входной информации от датчиков. Отображение схемы принятия решения и многостадийной обработки входной информации на наборы периодических задач для выполнения на вычислительных ресурсах ИУС РВ.
2.	Тема 2. Динамическое и статико-динамическое планирование вычислений в ИУС РВ	.Схемы планирования RM и EDF. Математические модели оценки времени отклика задач. Подходы к проверке соблюдения директивных сроков. Планирование при наличии джиттера и перегрузки. Проблема инверсии приоритетов и пути ее решения. Организация вычислений и планирование вычислений в ИУС РВ с интегрированной модульной архитектурой.
3.	Тема 3. Архитектура вычислительных блоков ИУС РВ	Типовая структура вычислительного блока ИУС РВ. Специализированные процессоры и системные шины, используемые в ИУС РВ. Схемы оптимизации

		энергопотребления процессоров при соблюдении директивных сроков. Арбитраж на шинах VME и CAN, оптимизация передачи данных по этим шинам.
4.	Тема 4. Анализ наихудшего времени выполнения программ (WCET) в ИУС РВ	Анализ потока управления при оценке WCET. Анализ влияния оборудования (конвейер, кэш) на WCET. Расчет итоговой оценки WCET. Оптимизация WCET, повышение временной предсказуемости выполнения программ в ИУС РВ. Эволюционные алгоритмы поиска нижней оценки WCET.
5.	Тема 5. Архитектура и методы конфигурирования сетей передачи данных (СПД) в ИУС РВ	Магистральные каналы с централизованным управлением, кольца с арбитражем, сети с пакетными коммутаторами как основные архитектуры СПД в ИУС РВ. Задачи и алгоритмы конфигурирования СПД для обеспечения передачи данных в реальном времени.
6.	Тема 6. Тестирование, мониторинг и отладка ИУС РВ	Тестирование ИУС РВ как аппаратно-программных систем. Мониторинг функционирования ИУС РВ. Организация стендовых сред тестирования. Основы работы с комплексом инструментальных средств функционального тестирования ИУС РВ.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Занятие 1. Организация контура управления в ИУС РВ	Структура типового контура управления в ИУС РВ, его деление на этапы. Иерархическая схема принятия решений в ИУС РВ. Многостадийная обработка входной информации от датчиков. Отображение схемы принятия решения и многостадийной обработки входной информации на наборы периодических задач для выполнения на вычислительных ресурсах ИУС РВ.
2.	Занятие 2. Динамическое и статико-динамическое планирование вычислений в ИУС РВ	.Схемы планирования RM и EDF. Математические модели оценки времени отклика задач. Подходы к проверке соблюдения директивных сроков. Планирование при наличии джиттера и перегрузки. Проблема инверсии приоритетов и пути ее решения. Организация вычислений и планирование вычислений в ИУС РВ с интегрированной модульной архитектурой.
3.	Занятие 3. Архитектура вычислительных блоков ИУС РВ	Типовая структура вычислительного блока ИУС РВ. Специализированные процессоры и системные шины, используемые в ИУС РВ. Схемы оптимизации энергопотребления процессоров при соблюдении директивных сроков. Арбитраж на шинах VME и CAN, оптимизация передачи данных по этим шинам.
4.	Занятие 4. Анализ наихудшего времени выполнения программ (WCET) в ИУС РВ	Анализ потока управления при оценке WCET. Анализ влияния оборудования (конвейер, кэш) на WCET. Расчет итоговой оценки WCET. Оптимизация WCET, повышение временной предсказуемости выполнения программ в ИУС РВ. Эволюционные алгоритмы поиска нижней оценки WCET.

5.	Занятие 5. Архитектура и методы конфигурирования сетей передачи данных (СПД) в ИУС РВ	Магистральные каналы с централизованным управлением, кольца с арбитражем, сети с пакетными коммутаторами как основные архитектуры СПД в ИУС РВ. Задачи и алгоритмы конфигурирования СПД для обеспечения передачи данных в реальном времени.
6.	Занятие 6. Тестирование, мониторинг и отладка ИУС РВ	Тестирование ИУС РВ как аппаратно-программных систем. Мониторинг функционирования ИУС РВ. Организация стендовых сред тестирования. Основы работы с комплексом инструментальных средств функционального тестирования ИУС РВ.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	в течение семестра	Работа с основной и дополнительной литературой, интернет-источниками. Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях. Подготовка к экзамену	64 часа	УО-1 Собеседование; Экзамен
	7-9 недели семестра	Подготовка к контрольной работе № 1	4 часа	Практическое задание: ПР-2 Контрольная работа
	16-18 недели семестра	Подготовка к контрольной работе № 2	4 часа	Практическое задание: ПР-2 Контрольная работа
		ИТОГО	72 часа	

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса и рассматривается как организационная форма обучения.

Самостоятельная работа по дисциплине осуществляется в виде внеаудиторных форм познавательной деятельности.

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий; самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях.

Результаты самостоятельной работы представляются в виде ответов на основные положения теоретического и практического материала дисциплины по темам; письменного разбора процесса решения практических заданий и задач; собственных действий, осуществляемых в ходе подготовки к практическим заданиям.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Общие критерии оценки выполнения самостоятельной работы – правильность ответов на вопросы по темам теоретической части дисциплины, верность получаемых ответов в ходе решения практических заданий и задач, достижение правильного результата при осуществлении собственных действий.

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентов (магистрантов) учебного материала;
- умения студента (магистранта) использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента (магистранта) активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Подготовка к практическому занятию

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной

учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме практического занятия, что позволяет студентам проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

Работа с литературой.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим занятиям рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Подготовка к контрольной работе

Подготовка к контрольной работе призвана организовать самостоятельную работу студента по поэтапному формированию компетенций в части приобретения предусмотренных рабочей программой умений и навыков. При подготовке к контрольной работе № 1 необходимо обратиться к материалам лекций по темам 1-3 дисциплины. При подготовке к контрольной работе № 2 необходимо обратиться к материалам лекций по темам 4-6 дисциплины. Данный вид работы не требует специального представления результатов.

Методические указания к собеседованию.

УО-1 Собеседование. В процессе собеседования магистранту рекомендуется использовать изученные материалы и конспекты лекций. Во время собеседования оценивается содержательность, правильность ответов на вопросы, нормативность высказывания обучающегося.

Оценивание собеседования проводится по критериям:

- уровень оперирования научной терминологией;
- понимание информации, различие главного и второстепенного, сущности и деталей.

Критерии оценки (устный ответ)

100-85 баллов - «отлично», «зачтено» - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры.

85-76 - баллов - «хорошо», «зачтено» - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - «удовлетворительно», «зачтено» – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - «неудовлетворительно» / «незачет» – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание проблематики изучаемой области.

5. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы/ темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Темы: 1-6 Тема: 3 Тема: 6	ПК-16.1. Применяет методы распределенного интеллекта для создания многоагентных систем	<i>Знает</i> структуры, архитектуры, виды обучения, протоколы многоагентных систем, методы многоагентного программирования. <i>Умеет</i> проектировать и строить многоагентные системы для всех типов протоколов на базе объяснимые модели для всех типов протоколов и типов агентов – когнитивных, реактивных, делиберативных, владеет языками программирования многоагентных систем и онтологическими моделями для представления знаний в многоагентных системах; применять многоагентные технологии для мобильных сетевых агентов, в том числе, в рамках интернета вещей, моделирования	Работа на практическом занятии: УО-1 собеседование (опрос) Практическое задание: ПР-2 Контрольная работа №1 Практическое задание: ПР-2 Контрольная работа №2	Экзамен

			сложных распределённых систем (индустриальных, мобильных и др.). <i>Владеет</i> методами распределенного искусственного интеллекта для создания многоагентных систем.		
2.	Темы: 1-6 Тема: 3 Тема: 6	ПК-16.2. Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для построения семантического веба (Web 3.0)	<i>Знает</i> методы построения онтологических систем, онтологические языки, логические исчисления для их описания. <i>Умеет</i> применять и разрабатывать технологии онтологического поиска, вывода на онтологиях и онтологической разметки для создания систем интернета, интранета и систем онтологического поиска и распределенного вывода на семантическом Вебе. <i>Владеет</i> методами распределенного искусственного интеллекта для построения семантического веба (Web 3.0).	Работа на практическом занятии: УО-1 собеседование (опрос) Практическое задание: ПР-2 Контрольная работа №1 Практическое задание: ПР-2 Контрольная работа №2	Экзамен

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе 9.

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ковалев, А. Стандарт VPX: путь к зрелости. Открытые системы / Ковалев А., Синенко В. СУБД. 2014. N 10.

2. Парамонов, П. Интегрированные бортовые вычислительные системы: обзор современного состояния и анализ перспектив развития в авиационном приборостроении / Парамонов П., Жаринов И. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2013.

Дополнительная литература

1. Burns, A., Wellings, A. Real-Time Systems and Programming Languages (Fourth Edition, Addison Wesley, 2009).
2. Kopetz, H. Real-Time Systems. Design Principles for Distributed Embedded Applications (Second Edition, Springer, 2011).
3. Zi-Xing Cai. Intelligent Control: Principles, Techniques and Applications. Chapter "Intelligent control systems in applications", pp. 353-431 (World Scientific, 1997)
4. Tindell, K. Fixed Priority Scheduling of Hard Real-Time Systems. Ph.D. Thesis, University of York, 1993.
5. Wilhelm, R., Engblom, J., et al. The worst-case execution-time problem — overview of methods and survey of tools. ACM Trans. on Embedded Computing Systems (TECS), Vol. 7, No. 3, 2008.
6. Bygde, S. Static WCET Analysis based on Abstract Interpretation and Counting of Elements. Licenciate Thesis, Malardalen University, 2010.
7. Gwaltney, D., Briscoe, J. Comparison of Communication Architectures for Spacecraft Modular Avionics Systems. Technical Report NASA/TM—2006–214431, 2006.
8. Guide to digital interface standards for military avionic applications. Avionic Systems Standardization Committee. ASSC/110/6/2, Issue 2, 2003.
9. Синицын С. Верификация программного обеспечения / Синицын С., Налютин Н. МИФИ, 2006.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.asvk.cs.msu.ru>
2. <http://www.mathnet.ru> - Math-Net.Ru [Электронный ресурс] : общероссийский математический портал / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН ; Российская академия наук, Отделение математических наук. - М. : [б. и.], 2010. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
3. www.biblioclub.ru - Университетская библиотека Online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система / ООО "Директ-Медиа" . - М. : [б. и.], 2001. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
4. www.ebiblioteka.ru - Универсальные базы данных East View [Электронный ресурс] : информационный ресурс / East View Information Services. - М. : [б. и.], 2012. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
5. <http://www.citforum.ru/> - Электронная библиотека online статей по информационным технологиям. Удобный поиск по разделам, отдельным темам.

6. <http://www.iqlib.ru/> - Интернет-библиотека образовательных изданий. Собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине может быть использовано следующее программное обеспечение:

Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox

Операционная система ALT Linux MATE Starterkit 9 лицензия GPL

Программный продукт Jet Brains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses

Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software

Программный продукт Code Blocks The Code::Blocks Team

Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия

Программный продукт Microsoft Visual Studio Professional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Портал Министерства образования и науки РФ <http://www.edu.ru>
2. Система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании» <http://www.ict.edu.ru>
3. Российский портал открытого образования <http://www.openet.ru>
4. Министерство образования и науки Российской Федерации <http://www.mon.gov.ru>
5. Федеральное агентство по науке и инновациям <http://www.fasi.gov.ru>
6. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
7. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
8. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
9. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной формой работы при изучении дисциплины являются лекционные и практические занятия.

При организации учебной деятельности на лекционных занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители

информации, а также возможности информационных и коммуникационных образовательных технологий.

Цели лекционных занятий:

- создать условия для углубления и систематизации знаний по дисциплине;
- научить студентов использовать полученные знания для решения задач профессионального характера.

Лекционные и практические занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по дисциплине являются собеседование (опрос, работа на практических занятиях) и контрольные работы.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме экзамена в конце 3 семестра.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ДВФУ располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет.

Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения.
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D 733,733а.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 13)</p> <p>Оборудование:</p> <p>ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт.</p> <p>Доска аудиторная,</p> <p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами Microsoft Office 2013(13 шт.) и аудиовизуальными средствами проектор Panasonic DLPPjectorPT-D2110XE</p>	<p>1С Предприятия8 (8.2), 7-Zip, ABBYY Lingvo12,Alice 3, Anaconda3,Autodesk,CodeBlocks,CorelDRAW X7,Dia,Directum4.8,DosBox-0.74,Farmanager,Firebird 2.5,FlameRobin,Foxit Reader,Free Pascal,Geany,Ghostscript,Git,Greenfoot,gsview,Inscapе0.91,Java,Java development Kit,Kaspersky,Lazarus,LibreOffice4.4,MatLab R2017b,Maxima 5.37.2,Microsoft Expression,Microsoft Office 2013,Microsoft Silverlight,Microsoft Silverlight 5SDK-русский,MicrosoftSistem Center,Microsoft Visial Studio 2012,MikTeX2.9,MySQL,NetBeans,Notepad++,Oracle VM VirtualBox,PascalABC.NET,PostgreSQL 9.4,PTC Mathcad,Putty,PyQt GPL v5.4.1 for Pythonv 3.4,Pyton2.7(3.4,3.6),QGIS Brighton,RStudio,SAM CoDeC Pack,SharePoint,Strawberry Perl,Tecnomatix,TeXnicCenter,TortoiseSVN,Unity2017.3.1f1,Veusz,Vim8.1,Visual Paradigm CE,Visual Studio2013,Windows Kits,Windows Phone SDK8.1,Xilinx Design ToolsAcrobat ReaderDC,AdobeBridge CS3,AdobeDeviceCentralCS3,Adobe ExtendScript Toolkit 2,Adobe Photoshpe CS3,DVD-студия Windows,GoogleChrome,Internet Explorer,ITMOproctor,Mozilla Firefox, Visual Studio Installer,Windows Media Center, WinSCP,</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

9. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме собеседования (опроса) на практических занятиях по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для текущего контроля используется проведение собеседований (опросов) в рамках практических занятий. Прослушиваются и оцениваются ответы на вопросы.

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

1. Собеседование (опрос) (УО-1)
2. Контрольная работа (ПР-2)

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Перечень вопросов для проведения собеседования (опроса)

1. Состав ИУС РВ, основные виды устройств в составе ИУС РВ. Функции и специфика работы ИУС РВ. Реагирующие системы. Градации требований реального времени.

2. Многостадийная обработка входной информации, поступающей в ИУС РВ от датчиков. Специфика вычислений на различных стадиях обработки. Отображение многостадийной схемы обработки информации на наборы периодических задач.

3. Динамическое планирование задач в ИУС РВ. Схемы планирования RateMonotonic (фиксированные приоритеты) и EarliestDeadlineFirst (динамические приоритеты). Условия планируемости наборов задач при директивных сроках, равных периодам.

4. Оценка времени отклика задач для схемы RM при директивных сроках, не превышающих периоды; её использование для анализа планируемости наборов задач. Схема обоснования формул для оценки времени отклика.

5. Джиттер (флуктуация задержки) при динамическом планировании. Виды джиттера, подходы к его минимизации. Сравнение схем RM и EDF с

точки зрения джиттера. Планирование задач без вытеснения: преимущества и недостатки, использование для борьбы с джиттером.

6. Задача планирования вычислений в системах ИМА. Жадный алгоритм привязки разделов к процессорным ядрам. Алгоритм построения набора окон. Роль модели вычислительной системы при планировании вычислений в системе ИМА, схема работы модели. Проблема использования только наихудших оценок времени выполнения задач.

7. Проблема энергопотребления вычислительной системы, актуальность этой проблемы для ИУС РВ. Связь между мощностью и энергопотреблением; основания для минимизации каждой из этих характеристик системы. Связь между частотой работы процессора, напряжением питания и затратами энергии на такт работы. Использование параллелизма для снижения энергопотребления (конвейер, множественные функциональные устройства, VLIW-архитектура).

8. Фазы анализа WCET. Анализ потоков. Оценка числа итераций циклов, выявление недопустимых путей. Использование абстрактной интерпретации. Аннотирование кода для поддержки анализа WCET – для простейшей и для реалистичной архитектуры процессора.

9. Фазы анализа WCET. Вычисление оценки WCET. Методы расчета WCET: по синтаксическому дереву программы; по путям выполнения; метод неявного перебора путей.

10. Измерение WCET: в каких случаях это допустимо? Схема оценки WCET с помощью измерений, основные методы инструментирования систем для оценки WCET. Оценка WCET как оптимизационная задача. Применение эволюционных алгоритмов для оценки WCET. Безопасность получаемых оценок.

11. Шина VME. Роли модулей на шине VME. Процедура передачи данных по шине VME. Механизмы прерываний и блочной передачи данных на шине VME. Недостатки шины VME. Стандарт VPX как путь к устранению этих недостатков.

12. Кольцо с арбитражем Fibre Channel, схема его функционирования. Процедура арбитража. Протокол FC-AE-1553 и его использование для работы унаследованных устройств, поддерживающих протокол MIL STD-1553B.

13. Сети на основе стандарта AFDX: архитектура, стек протоколов, маршрутизация потоков данных. Параметры виртуальных каналов AFDX. Формирование трафика AFDX на оконечной системе, контроль трафика на коммутаторе.

14. Перспективы применения программно-конфигурируемых сетей (ПКС) в ИУС РВ. Выбор между активным и пассивным режимом.

Функциональность приложения управления трафиком для контроллера ПКС в ИУС РВ. Ниша для применения ПКС в ИУС РВ.

15. Уровни информационного обмена по каналам в ИУС РВ. Способы подключения монитора к каналам различной топологии. Задачи мониторинга на различных уровнях: физическом, канальном, логическом. Средства мониторинга обмена по каналам в ИУС РВ на перечисленных уровнях.

УО-1 Собеседование (опрос). В процессе собеседования магистранту рекомендуется использовать изученные материалы и конспекты лекций. Во время собеседования оценивается содержательность, правильность ответов на вопросы, нормативность высказывания обучающегося.

Оценивание собеседования проводится по критериям:

- уровень оперирования научной терминологией;
- понимание информации, различие главного и второстепенного, сущности и деталей.

Критерии оценки (устный ответ)

100-85 баллов - «отлично», «зачтено» - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры.

85-76 - баллов - «хорошо», «зачтено» - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - «удовлетворительно», «зачтено» – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - «неудовлетворительно» / «незачет» – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание проблематики изучаемой области.

Контрольная работа (ПР-2) - предполагает комплексную проверку умений и навыков, полученных в ходе освоения определённых тем дисциплины.

При выполнении контрольной работы № 1 необходимо обратиться к материалам лекций по темам 1-3 дисциплины. При выполнении контрольной работы № 2 необходимо обратиться к материалам лекций по темам 4-6 дисциплины.

Процедура оценивания контрольной работы

Сданная на проверку студентом контрольная работа проверяется преподавателем. Проверяется каждое задание контрольная работа. Должно быть приведено полное решение задания и дан верный ответ.

По окончании проверки всех заданий контрольной работы, преподаватель ставит итоговую оценку от 0 до 5. Оценки выставляются пропорционально доле верно решенных заданий.

Минимально допустимой оценкой, свидетельствующей о сформированности у студента минимальных умений, является оценка «3».

В случае получения оценки менее «3», студент обязан переписать контрольную работу, выполнив другой вариант, предложенный преподавателем, в часы консультаций по дисциплине.

Примерные контрольные работы

1. Практическое задание «Анализ динамической планируемости наборов задач».

В однопроцессорной вычислительной системе реального времени (ВС РВ) используется динамическое планирование выполнения задач по схеме с фиксированными приоритетами. Выполнение задач происходит с вытеснением. Для оценки планируемости набора задач используются формулы, описанные в лекциях. Требуется реализовать программу, оценивающую планируемость по этим формулам.

Входные данные: дана информация о наборе задач для выполнения на ВС РВ с динамическим планированием; про каждую задачу известно имя (текстовая строка) и следующие числовые параметры (натуральные числа):

- период;
- приоритет (чем выше значение, тем больше приоритет);
- относительный директивный срок, не превосходящий период;
- длительность выполнения.

Необходимо написать программу, которая:

а) проверяет описанные в лекциях условия планируемости и выдает диагноз по планируемости (ответ «YES», если гарантируется выполнение всех задач с соблюдением директивных сроков или «NO» — в противном случае);

б) в случае отрицательного ответа также выводит имя первой (по порядку уменьшения приоритета) задачи, для которой время отклика оказалось больше директивного срока.

2. Практическое задание «Построение статического расписания передачи данных».

В вычислительной системе реального времени используется канал передачи данных с централизованным управлением. Вытеснение сообщений недопустимо, передача следующего сообщения может начаться только после завершения передачи предыдущего сообщения. Контроллер канала работает в соответствии со статическим расписанием передачи сообщений.

Входные данные: дана информация о наборе периодических заданий для контроллера канала; для каждого задания указаны следующие числовые параметры (натуральные числа):

- числовой идентификатор (номер);
- число слов данных;
- частота;
- начальный фазовый сдвиг;
- конечный фазовый сдвиг.

Также заданы значения технологических ограничений на расписание, таких как длительность подцикла, максимальное число работ в цепочке работ, максимальная длительность цепочки работ.

Необходимо написать программу, которая строит расписание передачи сообщений при помощи заданного алгоритма, а также определяет наиболее «сильные» значения технологических ограничений, при которых заданный алгоритм строит полное и корректное расписание.

3. Практическое задание «Функциональное тестирование бортовой вычислительной машины, представленной в виде имитационной модели».

При тестировании бортовой ИУС РВ, тестовые сценарии выполняют обмен данными с устройствами ИУС РВ по бортовым каналам, выдавая в канал тестовые данные и принимая ответные данные от тестируемых устройств. Принятые данные проверяются на предмет корректности значений и своевременности поступления.

Для выполнения задания учащемуся предоставляется виртуальная машина с комплектом средств функционального тестирования (ФТ), а также с упрощенной программной моделью бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ), имитирующей несколько режимов работы БЦВМ. Также даны спецификации ряда требований к функционированию БЦВМ, определяющих последовательность смены режимов и порядок выполнения информационного обмена по внешним (для БЦВМ) каналам в каждом из режимов.

Необходимо с использованием средств ФТ реализовать тестовые сценарии, проверяющие заданные требования применительно к модели БЦВМ, и осуществить прогон этих сценариев. В модели БЦВМ сознательно допущены отдельные «ошибки», приводящие к отклонениям функционирования модели от некоторых из требований. Важным признаком понимания материала является выявление этих ошибок при прогоне тестовых сценариев, а не реализация тестовых сценариев так, чтобы они успешно выполнялись, несмотря на ошибки в модели БЦВМ.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Экзамен принимается ведущим преподавателем. В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Института по учебной и воспитательной работе, директор департамента имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании департамента по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Института, руководителя ОПОП или директора департамента), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются экзамен с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «Неудовлетворительно», «Удовлетворительно», «Хорошо» или «Отлично».

Вопросы к экзамену

1. Состав ИУС РВ, основные виды устройств в составе ИУС РВ. Функции и специфика работы ИУС РВ. Реагирующие системы. Градации требований реального времени.

2. Развитие архитектуры ИУС РВ. Неоднородность ИУС РВ по типам каналов, устройств, данных.

3. Организация контура управления в ИУС РВ, деление контура управления на этапы. Иерархическая схема принятия решений в ИУС РВ, обратная связь на различные уровни иерархии. Отображение этой схемы на набор периодических задач, соотношение частот выполнения задач с их отношением к уровням иерархии.

4. Многостадийная обработка входной информации, поступающей в ИУС РВ от датчиков. Специфика вычислений на различных стадиях обработки. Отображение многостадийной схемы обработки информации на наборы периодических задач.

5. Динамическое планирование задач в ИУС РВ. Схемы планирования Rate Monotonic (фиксированные приоритеты) и Earliest Deadline First (динамические приоритеты). Условия планируемости наборов задач при директивных сроках, равных периодам.

6. Оценка времени отклика задач для схемы RM при директивных сроках, не превышающих периоды; её использование для анализа планируемости наборов задач. Схема обоснования формул для оценки времени отклика.

7. Критические секции. Инверсия приоритетов, пример Mars Pathfinder. Схемы наследования приоритета и потолка приоритета.

8. Критерий потребности в процессорном времени (processordemand) для оценки планируемости задач в схеме EDF. Схема обоснования этого критерия.

9. Джиттер (флуктуация задержки) при динамическом планировании. Виды джиттера, подходы к его минимизации. Сравнение схем RM и EDF с точки зрения джиттера. Планирование задач без вытеснения: преимущества и недостатки, использование для борьбы с джиттером.

10. Планирование вычислений при перегрузке системы. Особенности работы схем RM и EDF в условиях перегрузки. Схема компенсации перегрузки на основе растяжимых («эластичных») периодов задач.

11. Архитектура интегрированной модульной авионики (ИМА), её отличия от федеративной архитектуры ИУС РВ. Организация программного обеспечения в системах ИМА: разделы, информационное взаимодействие между разделами и внутри разделов. Схема статико-динамического выполнения задач в системах ИМА.

12. Задача планирования вычислений в системах ИМА. Жадный алгоритм привязки разделов к процессорным ядрам. Алгоритм построения набора окон. Роль модели вычислительной системы при планировании вычислений в системе ИМА, схема работы модели. Проблема использования только наихудших оценок времени выполнения задач.

13. Ограничения на процессоры в ИУС РВ, источники этих ограничений. Проблемы применения в ИУС РВ высокопроизводительных процессоров общего назначения («настольных», «серверных»). Примеры специализации процессоров: мультимедийные команды, специализированные регистры, множественные банки и шины памяти, устройства вычисления адресов, адресация по модулю.

14. Специализированные процессоры: микроконтроллеры, процессоры цифровой обработки сигналов (DSP), процессоры с длинным командным словом (VLIW). Проблема загрузки ресурсов VLIW-процессора. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС, FPGA), их структура и принцип применения. Специализированные микросхемы (ASIC), ниша для их рационального применения.

15. Проблема энергопотребления вычислительной системы, актуальность этой проблемы для ИУС РВ. Связь между мощностью и энергопотреблением; основания для минимизации каждой из этих характеристик системы. Связь между частотой работы процессора, напряжением питания и затратами энергии на такт работы. Использование параллелизма для снижения энергопотребления (конвейер, множественные функциональные устройства, VLIW-архитектура).

16. Динамическая регулировка напряжения процессора. Выбор оптимального напряжения питания (на примере). Алгоритм YDS планирования вычислений с минимизацией энергопотребления за счёт регулировки напряжения питания.

17. Понятие WCET. Актуальность WCET для анализа времени отклика задач в ИУС РВ. Типичное распределение времён выполнения программы на различных данных. Требования к оценке WCET. Проблемы при оценке WCET методом замеров. Два основных фактора, определяющих WCET. Зависимость длительности выполнения пути в программе от длительностей команд, входящих в путь (для простой и для реалистичной архитектуры).

18. Фазы анализа WCET. Анализ потоков. Оценка числа итераций циклов, выявление недопустимых путей. Использование абстрактной интерпретации. Аннотирование кода для поддержки анализа WCET – для простейшей и для реалистичной архитектуры процессора.

19. Фазы анализа WCET. Низкоуровневый анализ. Проблемы моделирования временных характеристик аппаратуры, важность предсказуемости задержек от аппаратуры. Анализ влияния конвейера, отражение результатов анализа на графе потока управления. Анализ влияния кэш-памяти. Актуальность совместного анализа влияния конвейера и кэш-памяти на время выполнения участков кода.

20. Фазы анализа WCET. Вычисление оценки WCET. Методы расчета WCET: по синтаксическому дереву программы; по путям выполнения; метод неявного перебора путей.

21. Критичность временной предсказуемости функционирования ИУС РВ. Критерии производительности для систем реального времени и «обычных» вычислительных систем. Линеаризация кода. Предикатное выполнение команд и его использование для линеаризации кода. Свойства линейного кода (с точки зрения сложности анализа и производительности). Обеспечение константного времени выполнения линейного кода. Общая схема оптимизации WCET на этапе компиляции. Проблема изменения наихудшего пути в результате оптимизации.

22. Измерение WCET: в каких случаях это допустимо? Схема оценки WCET с помощью измерений, основные методы инструментирования систем для оценки WCET. Оценка WCET как оптимизационная задача. Применение эволюционных алгоритмов для оценки WCET. Безопасность получаемых оценок.

23. Технологические ограничения на вычислительные блоки ИУС РВ, источники этих ограничений. Характеристики однопроцессорных центральных ЭВМ на примере марсоходов. Мезонинная архитектура одноплатных компьютеров. Пример системы из однопроцессорных блоков со слабой интеграцией.

24. Шина VME. Роли модулей на шине VME. Процедура передачи данных по шине VME. Механизмы прерываний и блочной передачи данных на шине VME. Недостатки шины VME. Стандарт VPX как путь к устранению

этих недостатков.

25. Интегрированная модульная авионика (ИМА). Архитектура систем ИМА, преимущества этой архитектуры. Шина данных и сервисная шина в системах ИМА, схема арбитража на сервисной шине CAN. Примеры модулей в системах ИМА. Ограничения на применимость вычислителей с архитектурой ИМА на ранних стадиях обработки входных данных.

26. Схема функционирования канала с централизованным управлением и роли устройств на нём. Преимущества схемы с централизованным управлением. Канал MIL STD-1553B и его использование на Международной космической станции. Эволюция стандарта MILSTD-1553B: каналы EBR-1553, MIL STD-1760, STANAG 3910. Организация обмена с централизованным управлением на шине CAN.

27. Задача построения расписания выполнения работ в одноприборном устройстве. Задача построения расписания передачи сообщений по шине с централизованным управлением. Технологические ограничения на обмен для схемы с подциклами и схемы без подциклов. Жадный алгоритм построения расписания передачи сообщений, основные недостатки этого алгоритма.

28. Кольцо с арбитражем Fibre Channel, схема его функционирования. Процедура арбитража. Протокол FC-AE-1553 и его использование для работы унаследованных устройств, поддерживающих протокол MIL STD-1553B.

29. Задача совместного планирования вычислений и обмена по каналу с централизованным управлением. Подходы к решению этой задачи. Жадный алгоритм совместного планирования, в т.ч. решение проблемы зависимости длительности передачи сообщений от привязки задачи-отправителя и задачи-получателя к абонентам канала.

30. Недостатки каналов точка-точка при использовании в ИУС РВ. Подход к устранению этих недостатков при помощи мультиплексных каналов, недостатки этого подхода. Организация сети ИУС РВ на основе коммутаторов. Преимущества и недостатки такой организации. Устранение недостатков за счёт поддержки виртуальных каналов.

31. Сети на основе стандарта AFDX: архитектура, стек протоколов, маршрутизация потоков данных. Параметры виртуальных каналов AFDX. Формирование трафика AFDX на оконечной системе, контроль трафика на коммутаторе.

32. Задачи проектирования сети AFDX. Оценка длительности передачи кадра через сеть AFDX. Проблема возрастания джиттера при объединении потоков данных на коммутаторе, причины возникновения этой проблемы. Профиль FibreChannel реального времени, его сходства и отличия от протокола AFDX.

33. Сети Ethernet с временной синхронизацией (TTEthernet).

Организация бесконфликтной передачи данных, разделение времени на каждом узле сети. Планирование передачи данных по сети TTEthernet: набор линейных ограничений, последовательность шагов планирования на основе этих ограничений.

34. Перспективы применения программно-конфигурируемых сетей (ПКС) в ИУС РВ. Выбор между активным и пассивным режимом. Функциональность приложения управления трафиком для контроллера ПКС в ИУС РВ. Ниша для применения ПКС в ИУС РВ.

35. Требования к средствам тестирования ИУС РВ. Архитектура стенда тестирования ИУС. Задачи, требующие работы с натурными устройствами ИУС на стенде. Аппаратная база стенда. Примеры стендов, построенных по описанной архитектуре. Процесс совместного применения стендов для отработки бортовых ИУС РВ.

36. Архитектура имитационной среды (ИС) стенда тестирования ИУС: на основе дискретно-событийной схемы с передачей сообщений, на основе общей памяти с единым полем параметров. Выбор архитектуры ИС в зависимости от требований к ИС. Схема работы точек ожидания в дискретно-событийной ИС. Структура ПО дискретно-событийной ИС.

37. Основные понятия языка описания тестов (ЯОТ), используемого на стенде. Тестовые компоненты, интерфейсы, сообщения, битовые поля, тестовые случаи, тестовые шаги. Типовая организация тестового шага. Взаимодействие с пользователем при интерактивном тестировании. Протокол тестирования, его содержание и назначение. Процедура подготовки и проведения тестирования.

38. Уровни информационного обмена по каналам в ИУС РВ. Способы подключения монитора к каналам различной топологии. Задачи мониторинга на различных уровнях: физическом, канальном, логическом. Средства мониторинга обмена по каналам в ИУС РВ на перечисленных уровнях.

39. Мониторинг межзадачного обмена в ИУС РВ. Инструментирование ПО ИУС РВ для выполнения мониторинга, негативное влияние инструментирования на точность наблюдений. Виды представления информации: снимки, трасса. Примеры системной информации, доступной для мониторинга.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	выставляется студенту, если даны полные и правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета в соответствии с требованиями, предъявляемыми программой; содержание ответа изложено логично и последовательно;

	существенные фактические ошибки отсутствуют; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Студент должен дать исчерпывающие и правильные ответы на уточняющие и дополнительные вопросы по теме вопросов билета.
«хорошо»	выставляется студенту в случае, когда содержание ответа, в основном, соответствует требованиям, предъявляемым к оценке «отлично», т. е. даны полные правильные ответы на вопросы экзаменационного билета с соблюдением логики изложения материала, но при ответе допущены небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера
«удовлетворительно»	выставляется студенту, не показавшему знания в полном объеме, допустившему ошибки и неточности при ответе на вопросы экзаменационного билета, продемонстрировавшему неумение логически выстроить материал ответа и сформулировать свою позицию. При этом хотя бы по одному из вопросов ошибки не должны иметь принципиального характера
«неудовлетворительно»	выставляется студенту, если он не дал ответа хотя бы на один вопрос экзаменационного билета; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более, чем на половину дополнительных и уточняющих вопросов. Неудовлетворительная оценка выставляется выпускнику, отказавшемуся отвечать на вопросы билета

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач