МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

БОРТОВАЯ РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление и автоматизация бортовых комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	12	12	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	10	10	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	102	102	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 73917

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у магистрантов целостного представления об основных принципах, лежащих в основе функционирования систем радиоэлектронных систем связи и передачи информации, радиоэлектронных систем навигации, радиоэлектронных систем контроля и управления, а также и бортовых волоконно-оптических сетях нового поколения SpaceWire.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у магистрантов представления о взаимосвязи технических требований к проектируемым радиоэлектронным средствам в составе радиотехнических систем космических аппаратов.
2. Изучение современных методов проектирования радиоэлектронных систем космических аппаратов, алгоритмов компьютерного анализа и оптимизации аналоговых и цифровых устройств, современных пакетов прикладных программ для автоматизированного компьютерного проектирования радиоэлектронных систем компьютерных аппаратов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен проектировать, разрабатывать элементы и системы управления бортовыми комплексами	ПК-1.1. Знает элементы и системы управления бортовыми комплексами, использующими ПЛИС	Знает элементы и системы бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата, использующих ПЛИС
	ПК-1.2. Умеет проектировать, разрабатывать элементы и системы управления бортовыми комплексами, использующими ПЛИС	Умеет проектировать, разрабатывать элементы и системы бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата, использующих ПЛИС
	ПК-1.3. Владеет навыками проектирования, разработки элементов и систем управления бортовыми комплексами, использующими ПЛИС	Владеет навыками проектирования, разработки элементов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратура космического аппарата, использующими ПЛИС

Согласована на портале № 73917

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	42	42
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	12	12
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	102	102
Подготовка к зачету с оценкой	16	16
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	16	16
Подготовка к защите отчета по практическому занятию	14	14
Написание отчета по лабораторной работе	16	16
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	14	14
Подготовка к тестированию	14	14
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	12
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Радиоэлектронные системы связи и передачи данных космических аппаратов	6	3	4	28	41	ПК-1
2 Радионавигационные системы космических аппаратов	4	3	2	26	35	ПК-1
3 Радиоэлектронные системы контроля и управления космических аппаратов	4	3	3	28	38	ПК-1
4 Бортовые волоконно-оптические сети космических аппаратов нового поколения на основе технологии SpaceWire	4	3	3	20	30	ПК-1
Итого за семестр	18	12	12	102	144	
Итого	18	12	12	102	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Согласована на портале № 73917

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Радиоэлектронные системы связи и передачи данных космических аппаратов	Орбиты спутниковых систем радиосвязи (ССР). ССР на эллиптических, геостационарных орбитах и низкоорбитальные. Стационарные, мобильные и персональные ССР. Бортовая и наземная аппаратура и технологии. Многоспутниковая система высокоскоростного доступа в Интернет на базе DVB-RCS2. Система связи для космических аппаратов (КА) на эллиптических орбитах на базе ПО SystemVue. Система ПД для подводных роботов Глайдеров на базе многоспутниковой системы Гонец-Д1М. Многоспутниковая система «Интернета вещей» «Марафон IoT» на базе протоколов LoRaWAN. Высокоростная Mach-сеть для группы наноспутников CubeSat Бортовая сеть SpaceWire для перспективных КА	6	ПК-1
	Итого	6	

Согласована на портале № 73917

2 Радионавигационные системы космических аппаратов	Принципы построения спутниковых радионавигационных систем. Методы радионавигационных определений. Системы первого поколения. Система второго поколения «ГЛОНАСС». Система второго поколения «GPS». Аппаратура потребителя систем второго поколения. Перспективы развития системы «ГЛОНАСС». Подсистема навигационных космических аппаратов. Подсистема контроля параметров орбит КА, управления положением КА и поддержания системной шкалы времени. Навигационная аппаратура потребителей. Технические требования и проблемы их достижения ГЛОНАСС и GPS. Требования к радиосигналам ГНСС. Математическое описание радиосигналов. Фазоманипулированные сигналы. ФМ-н сигналы с модуляцией на поднесущей. Потенциальная точность оценки временной задержки и частотного сдвига. Энергетика радиолинии НКА потребитель. Сигналы в ГНСС ГЛОНАСС и GPS. Навигационное сообщение, модуляция излученного сигнала сообщением.	4	ПК-1
	Итого	4	
3 Радиоэлектронные системы контроля и управления космических аппаратов	Командные радиолинии КА. Назначение командных линий и задачи, решаемые ими в радиокомплексах КА. Характеристики и требования к достоверности передачи команд. Введение избыточности и обратной связи для повышения помехоустойчивости передачи команд. Особенности командных радиолиний. Разовые команды и методы их передачи. Простые и сложные разовые команды. Особенности и назначение командных программ. Передача временных уставок. Совмещение информационных, измерительных и командных радиолиний. Телеметрические радиолинии КА. Классификация телеметрических радиолиний, телеметрические радиолинии с временным, частотным, кодовым разделением каналов, современное построение телеметрических радиолиний	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 73917

4 Бортовые волоконно-оптические сети космических аппаратов нового поколения на основе технологии SpaceWire	Бортовые сети космических аппаратов нового поколения на основе сетей технологии SpaceWire. Базовя архитектура бортовой информационно-коммуникационной сети SpaceWire для перспективных КА. Функциональная электронная компонентная база (СБИС) отечественного производства для сетей SpaceWire. Инструменты проектирования, тестирования и моделирования элементов сети SpaceWire. Протокол СТП-ИСС – новый транспортный протокол, обеспечивающий информационно-управляющее взаимодействие бортовых аппаратов по сети SpaceWire для перспективных автоматических КА. Методика тестирования. Проверка на соответствие коэффициенту битовых ошибок. Проверка поддержки метода удаления заголовка коммутаторами SpaceWire проверкав на соответствия требованиям к транспортным протоколам RMAP и СТП ИСС. Транспортный протокол RMAP. Блок поддержки протокола RMAP. Обработка RMAP-пакетов. Транспортный протокол СТП-ИСС, обеспечивающий информационно-управляющее взаимодействие бортовой аппаратуры по сети SpaceWire для космических аппаратов длительного автономного функционирования. Обнаружение дублированных команд управления. Гибкость конфигурации. Транспортные соединения. Типы пользовательских данных. Качество сервиса. Управление потоком. Профили реализации.	4	ПК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 73917

1 Радиоэлектронные системы связи и передачи данных космических аппаратов	Многоспутниковая система высокоскоростного доступа в Интернет на базе DVB-RCS2. Система связи для космических аппаратов (КА) на эллиптических орбитах на базе ПО SystemVue. Система ПД для подводных роботов Глайдеров на базе многоспутниковой системы Гонец-Д1М. Многоспутниковая система «Интернета вещей» «Марафон IoT» на базе протоколов LoRaWAN. Высокоростная Mach-сеть для группы наноспутников CubeSat	3	ПК-1
	Итого	3	
2 Радионавигационные системы космических аппаратов	Навигационная аппаратура потребителей. Технические требования и проблемы их достижения ГЛОНАСС и GPS. Требования к радиосигналам ГНСС. Математическое описание радиосигналов. азоманипулированные сигналы. ФМ-н сигналы с модуляцией на поднесущей. Потенциальная точность оценки временной задержки и частотного сдвига. Энергетика радиолинии НКА потребитель. Сигналы в ГНСС ГЛОНАСС и GPS. Навигационное сообщение, модуляция излученного сигнала сообщением.	3	ПК-1
	Итого	3	

Согласована на портале № 73917

3 Радиоэлектронные системы контроля и управления космических аппаратов	Командные радиолинии КА. Назначение командных линий и задачи, решаемые ими в радиокомплексах КА. Характеристики и требования к достоверности передачи команд. Введение избыточности и обратной связи для повышения помехоустойчивости передачи команд. Особенности командных радиолиний. Разовые команды и методы их передачи. Простые и сложные разовые команды. Особенности и назначение командных программ. Передача временных установок. Совмещение информационных, измерительных и командных радиолиний. Телеметрические радиолинии КА. Классификация телеметрических радиолиний, телеметрические радиолинии с временным, частотным, кодовым разделением каналов, современное построение телеметрических радиолиний	3	ПК-1
	Итого	3	
4 Бортовые волоконно-оптические сети космических аппаратов нового поколения на основе технологии SpaceWire	Методика тестирования. Проверка на соответствие коэффициенту битовых ошибок. Проверка поддержки метода удаления заголовка коммутаторами SpaceWire проверка на соответствия требованиям к транспортным протоколам RMAP и СТП ИСС.	3	ПК-1
	Итого	3	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 73917

1 Радиоэлектронные системы связи и передачи данных космических аппаратов	Многоспутниковая система высокоскоростного доступа в Интернет на базе DVB-RCS2. Система связи для космических аппаратов (КА) на эллиптических орбитах на базе ПО SystemVue. Система ПД для подводных роботов Глайдеров на базе многоспутниковой системы Гонец-Д1М. Многоспутниковая система «Интернета вещей» «Марафон IoT» на базе протоколов LoRaWAN. Высокоростная Mach-сеть для группы наноспутников CubeSat	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Радионавигационные системы космических аппаратов	Навигационная аппаратура потребителей. Технические требования и проблемы их достижения ГЛОНАСС и GPS. Требования к радиосигналам ГНСС. Математическое описание радиосигналов. азоманипулированные сигналы. ФМ-н сигналы с модуляцией на поднесущей. Потенциальная точность оценки временной задержки и частотного сдвига. Энергетика радиолинии НКА потребитель. Сигналы в ГНСС ГЛОНАСС и GPS. Навигационное сообщение, модуляция излученного сигнала сообщением.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Радиоэлектронные системы контроля и управления космических аппаратов	Командные радиолинии КА. Назначение командных линий и задачи, решаемые ими в радиокомплексах КА. Характеристики и требования к достоверности передачи команд. Введение избыточности и обратной связи для повышения помехоустойчивости передачи команд. Особенности командных радиолиний. Разовые команды и методы их передачи. Простые и сложные разовые команды. Особенности и назначение командных программ. Передача временных установок. Совмещение информационных, измерительных и командных радиолиний.	3	ПК-1
	Итого	3	

Согласована на портале № 73917

4 Бортовые волоконно-оптические сети космических аппаратов нового поколения на основе технологии SpaceWire	Бортовые сети космических аппаратов нового поколения на основе сетей технологии SpaceWire. Базовя архитектура бортовой информационно-коммуникационной сети SpaceWire для перспективных КА. Функциональная электронная компонентная база (СБИС) отечественного производства для сетей SpaceWire. Инструменты проектирования, тестирования и моделирования элементов сети SpaceWire. Протокол СТП-ИСС – новый транспортный протокол, обеспечивающий информационно-управляющее взаимодействие бортовых аппаратов по сети SpaceWire для перспективных автоматических КА. Методика тестирования. Проверка на соответствие коэффициенту битовых ошибок. Проверка поддержки метода удаления заголовка коммутаторами SpaceWire проверкав на соответствия требованиям к транспортным протоколам RMAP и СТП ИСС.	3	ПК-1
	Итого	3	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				

Согласована на портале № 73917

1 Радиоэлектронные системы связи и передачи данных космических аппаратов	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	28		
2 Радионавигационные системы космических аппаратов	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	26		

Согласована на портале № 73917

3 Радиоэлектронные системы контроля и управления космических аппаратов	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	28		
4 Бортовые волоконно-оптические сети космических аппаратов нового поколения на основе технологии SpaceWire	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	20		
Итого за семестр		102		
Итого		102		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной

Согласована на портале № 73917

деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по практическому занятию, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Зачёт с оценкой	10	10	10	30
Защита отчета по лабораторной работе	4	4	4	12
Защита отчета по практическому занятию	4	4	4	12
Лабораторная работа	4	4	4	12
Тестирование	2	4	4	10
Отчет по лабораторной работе	4	4	4	12
Отчет по практическому занятию (семинару)	4	4	4	12
Итого максимум за период	32	34	34	100
Нарастающим итогом	32	66	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 73917

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Радиотехнические системы : учебное пособие для вузов / М. Ю. Застела [и др.] ; под общей редакцией М. Ю. Застела. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 495 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/515568.

7.2. Дополнительная литература

1. Дудко, Б. П. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. П. Дудко. — Томск: ТУСУР, 2012. — 291 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Мелихов, С. В. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов. — Томск: ТУСУР, 2018. — 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627.

2. Вершинин, А. С. Космические и наземные системы радиосвязи и телевещания: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работе [Электронный ресурс] / А. С. Вершинин, Д. А. Долгих. — Томск: ТУСУР, 2012. — 35 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1698.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

Согласована на портале № 73917

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория радиоэлектронных систем передачи информации: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 401 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер (8 шт.);
- Монитор (19” SAMSUNG 1730S) (8 шт.);
- Клавиатура (8 шт.);
- Мышь (оптическая) (8 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Far Manager;
- Free Pascal;
- Free Pascal Lazarus (версия 1.6);
- GIMP;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows XP;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Opera;
- Opera Developer;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория радиоэлектронных систем передачи информации: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 401 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер (8 шт.);
- Монитор (19” SAMSUNG 1730S) (8 шт.);
- Клавиатура (8 шт.);
- Мышь (оптическая) (8 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Far Manager;
- Free Pascal;
- Free Pascal Lazarus (версия 1.6);

Согласована на портале № 73917

- GIMP;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows XP;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Opera;
- Opera Developer;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Согласована на портале № 73917

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Радиоэлектронные системы связи и передачи данных космических аппаратов	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
2 Радионавигационные системы космических аппаратов	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 73917

3 Радиоэлектронные системы контроля и управления космических аппаратов	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Бортовые волоконно-оптические сети космических аппаратов нового поколения на основе технологии SpaceWire	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 73917

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой из фазовых видов модуляции обеспечивает наибольшую помехоустойчивость: 1) BPSK; 2) QPSK; 3) 8-PSK; 4) 16-QAM.
2. Какой из методов кодирования источника производит кодирование с потерями: 1) Коды

Согласована на портале № 73917

Шеннона-Фано; 2) Алгоритм Лемпеля – Зива; 3) Вейвлет преобразование; 4) Коды Хаффмана.
3. Какой код является блоковым: 1) Код Хемминга; 2) БЧХ (Боуза-Чоудхури- Хоквенгема); 3) Рида- Соломона; 4) Файра.
4. Какие из кодов и сигнально-кодовых конструкций наиболее приближены к верхней границе Шеннона: 1) АФМ-16-СК; 2) БЧХ; 3) ФМ-2; 4) АМ-2.
5. В бортовой комплекс управления не входят системы: 1) управления бортовой аппаратурой; 2) терморегулирования; 3) ориентации и управления движением; 4) обмена информации с наземным комплексом управления.
6. Скорость движения спутника по круговой орбите с увеличением высоты: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется; 4) вопрос не имеет смысла.
7. В ионосфере фазовая скорость распространения радиоволны: 1) больше групповой; 2) меньше групповой; 3) равна групповой; 4) равна скорости света.
8. Как разделить два когерентных сигнала в одной точке приема: 1) путем переноса на разные частоты; 2) путем корреляционной обработки; 3) невозможно; 4) путем нахождения квадратур.
9. Реальная чувствительность приемника зависит от: 1) коэффициента усиления; 2) потерь в фидере;3) коффициента.усиления антенны; 4) коэффициента шума.
10. Разделение различных команд в командных радиолиниях не осуществляется на основе уплотнения каналов: 1) амплитудного; 2) временного; 3) структурного; 4) частотного

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Многоспутниковая система высокоскоростного доступа в Интернет на базе DVB-RCS2.
2. Система связи для космических аппаратов (КА) на эллиптических орбитах на базе ПО SystemVue.
3. Система ПД для подводных роботов Глайдеров на базе многоспутниковой системы Гонец-Д1М.
4. Многоспутниковая система «Интернета вещей» «Марафон IoT» на базе протоколов LoRaWAN.
5. Высокоростная Mach-сеть для группы наноспутников CubeSat Бортовая сеть SpaceWire для перспективных КА

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Многоспутниковая система высокоскоростного доступа в Интернет на базе DVB-RCS2.
2. Система связи для космических аппаратов (КА) на эллиптических орбитах на базе ПО SystemVue.
3. Система ПД для подводных роботов Глайдеров на базе многоспутниковой системы Гонец-Д1М.
4. Многоспутниковая система «Интернета вещей» «Марафон IoT» на базе протоколов LoRaWAN.
5. Модемы спутниковых систем связи M- QAM, M- PSK, 16-APSK, 32-APSK

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. Пропускная способность канала связи. Объем сигнала и емкость канала связи, условия их согласования. Кодирования источника. Методы эффективного кодирования. Фрактальное кодирование изображений. Вейвлет- преобразования сигналов и изображений
2. Коды Хемминга, БЧХ (Боуза- Чоудхури-Хоквенгема), Рида- Соломона. Циклические избыточные коды CRC (Cyclic redundancy check). Сверточные коды. Декодирование сверточных кодов по методу Витерби.
3. Турбокодирование. Сверточные турбокоды. Декодирование турбокодов. Характеристики по мехоустойчивости сверточных турбокодов. Низкоплотностные коды. Классификация LDPC-кодов. Методы построения проверочных матриц. Алгоритмы декодирования низкоплотных кодов. Каскадных кодов.
4. Сигнально-кодовые конструкции на основе Треллис кодовой модуляции (ТСМ) и их анализ.

Согласована на портале № 73917

5. Исследование сигнально-кодовой конструкции на базе системы с ортогональным частотным мультиплексированием и пространственно-временным кодированием OFDM - MIMO.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Многоспутниковая система высокоскоростного доступа в Интернет на базе DVB-RCS2. Система связи для космических аппаратов (КА) на эллиптических орбитах на базе ПО SystemVue. Система ПД для подводных роботов Глайдеров на базе многоспутниковой системы Гонец-Д1М. Многоспутниковая система «Интернета вещей» «Марафон IoT» на базе протоколов LoRaWAN. Высокоростная Mach-сеть для группы наноспутников CubeSat
2. Навигационная аппаратура потребителей. Технические требования и проблемы их достижения ГЛОНАСС и GPS. Требования к радиосигналам ГНСС. Математическое описание радиосигналов. азоманипулированные сигналы. ФМ-н сигналы с модуляцией на поднесущей. Потенциальная точность оценки временной задержки и частотного сдвига. Энергетика радиолинии НКА потребитель. Сигналы в ГНСС ГЛОНАСС и GPS. Навигационное сообщение, модуляция излученного сигнала сообщением.
3. Командные радиолинии КА. Назначение командных линий и задачи, решаемые ими в радиокомплексах КА. Характеристики и требования к достоверности передачи команд. Введение избыточности и обратной связи для повышения помехоустойчивости передачи команд. Особенности командных радиолиний. Разовые команды и методы их передачи. Простые и сложные разовые команды. Особенности и назначение командных программ. Передача временных установок. Совмещение информационных, измерительных и командных радиолиний.
4. Бортовые сети космических аппаратов нового поколения на основе сетей технологии SpaceWire. Базовя архитектура бортовой информационно- коммуникационной сети SpaceWire для перспективных КА. Функциональная электронная компонентная база (СБИС) отечественного производства для сетей SpaceWire. Инструменты проектирования, тестирования и моделирования элементов сети SpaceWire. Протокол СТП-ИСС – новый транспортный протокол, обеспечивающий информационно-управляющее взаимодействие бортовых аппаратов по сети SpaceWire для перспективных автоматических КА. Методика тестирования. Проверка на соответствие коэффициенту битовых ошибок. Проверка поддержки метода удаления заголовка коммутаторами SpaceWire проверкав на соответствия требованиям к транспортным протоколам RMAP и СТП ИСС.

9.1.6. Темы практических занятий

1. Многоспутниковая система высокоскоростного доступа в Интернет на базе DVB-RCS2. Система связи для космических аппаратов (КА) на эллиптических орбитах на базе ПО SystemVue. Система ПД для подводных роботов Глайдеров на базе многоспутниковой системы Гонец-Д1М. Многоспутниковая система «Интернета вещей» «Марафон IoT» на базе протоколов LoRaWAN. Высокоростная Mach-сеть для группы наноспутников CubeSat
2. Навигационная аппаратура потребителей. Технические требования и проблемы их достижения ГЛОНАСС и GPS. Требования к радиосигналам ГНСС. Математическое описание радиосигналов. азоманипулированные сигналы. ФМ-н сигналы с модуляцией на поднесущей. Потенциальная точность оценки временной задержки и частотного сдвига. Энергетика радиолинии НКА потребитель. Сигналы в ГНСС ГЛОНАСС и GPS. Навигационное сообщение, модуляция излученного сигнала сообщением.
3. Командные радиолинии КА. Назначение командных линий и задачи, решаемые ими в радиокомплексах КА. Характеристики и требования к достоверности передачи команд. Введение избыточности и обратной связи для повышения помехоустойчивости передачи команд. Особенности командных радиолиний. Разовые команды и методы их передачи. Простые и сложные разовые команды. Особенности и назначение командных программ. Передача временных установок. Совмещение информационных, измерительных и командных радиолиний. Телеметрические радиолинии КА. Классификация телеметрических радиолиний, телеметрические радиолинии с временным, частотным,

Согласована на портале № 73917

кодовым разделением каналов, современное построение телеметрических радиолиний

4. Методика тестирования. Проверка на соответствие коэффициенту битовых ошибок. Проверка поддержки метода удаления заголовка коммутаторами SpaceWire проверка на соответствия требованиям к транспортным протоколам RMAP и СТП ИСС.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 73917

С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 73917

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 5 от « 1 » 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РТС	А.М. Голиков	Разработано, d76b3893-b3a9-44a5-84f8-e53e691ec9d0

Согласована на портале № 73917