**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
_____Сечненко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Сети и системы космической связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 26 | 26 | часов |
| Практические занятия | 36 | 36 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 36 | 36 | часов |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 24 | 24 | часов |
| Курсовой проект | 18 | 18 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 112 | 112 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость | 252 | 252 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 7 | 7 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 7 |
| Курсовой проект | 7 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сечненко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80396

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. изучение основных закономерностей передачи данных в телекоммуникационных системах.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов.
2. оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости космических систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.16.
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** | | |

Согласована на портале № 80396

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | ПК-3.1. Знает метоЗнает методы и приемы расчетов по проектам сетей и средств инфокоммуникацийды и приемы расчетов по проектам сетей и средств инфокоммуникаций | Знать физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем |
| | ПК-3.2. Умеет проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | Уметь формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем |
| | ПК-3.3. Владеет навыками расчета сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | Владеть математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации |

Согласована на портале № 80396

| | | |
|---|---|---|
| ПК-5. Способен проводить расчеты по проекту сетей и систем космической связи | ПК-5.1. Знает принципы работы и особенности организации современных систем космической связи, способы оценки размеров зон обслуживания станций, особенности частотного планирования, способы расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика, основные стандарты космической связи | Знать принципы работы систем космической связи для расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика |
| | ПК-5.2. Умеет применять на практике методы анализа и расчета основных характеристик систем космической связи; на основе технических характеристик имеющейся аппаратуры, разрабатывать и внедрять соответствующую техническому заданию структуру системы космической связи с учетом экологической безопасности, проводить натурный эксперимент по измерению основных характеристик коммуникационного оборудования | Уметь использовать методы расчета основных характеристик систем космической связи для разработки аппаратуры, соответствующей техническому заданию |
| | ПК-5.3. Владеет программными средствами автоматизации проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем | Владеть компьютерными и программными средствами для проектирования космических систем связи |

## 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 7 зачетных единиц, 252 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 |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 104 | 104 |
| Лекционные занятия | 26 | 26 |

Согласована на портале № 80396

| | | |
|---|---|---|
| Практические занятия | 36 | 36 |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 |
| Курсовой проект | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 112 | 112 |
| Написание отчета по курсовому проекту | 70 | 70 |
| Подготовка к тестированию | 34 | 34 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 252 | 252 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 7 | 7 |

## 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. | Курс. пр. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | | | | |
| 1 Введение | 2 | - | - | 18 | 14 | 34 | ПК-3, ПК-5 |
| 2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС) | 2 | 8 | - | | 15 | 25 | ПК-3, ПК-5 |
| 3 Бортовое и наземное оборудование | 6 | 8 | 12 | | 19 | 45 | ПК-3, ПК-5 |
| 4 Методы модуляции и многостанционного доступа | 6 | 8 | 12 | | 19 | 45 | ПК-3, ПК-5 |
| 5 Современные ССС | 6 | 6 | - | | 15 | 27 | ПК-3, ПК-5 |
| 6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ | 2 | 6 | - | | 15 | 23 | ПК-3, ПК-5 |
| 7 Заключение | 2 | - | - | | 15 | 17 | ПК-3, ПК-5 |
| Итого за семестр | 26 | 36 | 24 | 18 | 112 | 216 | |
| Итого | 26 | 36 | 24 | 18 | 112 | 216 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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 |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |

Согласована на портале № 80396

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Введение | Определения. Энергетические характеристики станции (ЗС или КС). Эксперименты по использованию пассивных ретрансляторов в ССС. Вехи в развитии активных ССС. | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС) | Виды орбит ИСЗ. Параметры эллиптических орбит. Особенности спутниковых радиолиний, обусловленные типом орбиты. Коррекция орбиты ИСЗ. Диапазоны частот, используемые для спутниковой связи и вещания в Европе. Энергетика спутниковых радиолиний. Особенности распространения радиоволн в тропосфере и ионосфере. | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Бортовое и наземное оборудование | Типы антенн ССС и их основные характеристики. Системы VSAT. Фидеры. Опорноповоротное устройство антенны ЗС. Бортовая аппаратура ИСЗ. Типы ретрансляторов. Вспомогательные системы ИСЗ. Наземные технические средства. | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Методы модуляции и многостанционного доступа | Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Многостанционный доступ с частотным и временным методами разделения каналов. Структурные схемы многоканальных систем с ЧРК и ВРК, особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств. Междуканальные помехи. Синхронизация в системах передачи информации с многостанционным доступом. | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Современные ССС | Глобальные ССС (Intelsat, Eutelsat, PanAmSat, AsiaSat и др.). Спутниковая связь в России (ИСЗ производства ОАО ИСС, ИСЗ серии Ямал и др.). | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 80396

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ | Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Иерархический принцип построения ЦСП. Структурная схема оконечной станции ЦСП, основные узлы оборудования. Формирование цикла передачи. Системы тактовой и цикловой синхронизации. Цифровой линейный тракт, коды в цифровом линейном тракте. Расширение спектра. Цели и методы: прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты. Методы МД в сотовых системах стандартов GSM и CDMA, а также в спутниковых системах Intelsat, Iridium, Globalstar. | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Заключение | Космодромы и ракеты-носители. Перспективы развития спутниковых систем связи. | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| | Итого за семестр | 26 | |
| | Итого | 26 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС) | СИГНАЛЫ И ПОМЕХИ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ | 8 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Бортовое и наземное оборудование | ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ | 8 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Методы модуляции и многостанционного доступа | ПРИЕМ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ | 8 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Современные ССС | ДРУГИЕ МЕРЫ ИНФОРМАЦИИ | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ | МНОГОКАНАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА И МНОГОСТАНЦИОННЫЙ ДОСТУП | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| | Итого за семестр | 36 | |
| | Итого | 36 | |

Согласована на портале № 80396

### 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 |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 3 Бортовое и наземное оборудование | Исследование спектров импульсных модулированных сигналов | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| 4 Методы модуляции и многостанционного доступа | Исследование системы связи с дельта-модуляцией | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Исследование биортогонального кода | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Код с проверкой на четность и циклический код | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| | Итого за семестр | 24 | |
| | Итого | 24 | |

### 5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **7 семестр** | | |
| Охарактеризовать подходы к применению современных технологий в средствах спутниковой связи | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| Проанализировать ряд систем спутниковой связи | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| Определить основные тенденции использования технологий спутниковой связи | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| Охарактеризовать перспективные решения развития спутниковых систем связи | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| Составление пояснительной записки | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №1
2. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №2
3. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №3
4. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №4
5. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №5

Согласована на портале № 80396

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| 1 Введение | Написание отчета по курсовому проекту | 10 | ПК-3, ПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-3, ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС) | Написание отчета по курсовому проекту | 10 | ПК-3, ПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3, ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 15 | | |
| 3 Бортовое и наземное оборудование | Написание отчета по курсовому проекту | 10 | ПК-3, ПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3, ПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-3, ПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 19 | | |
| 4 Методы модуляции и многостанционного доступа | Написание отчета по курсовому проекту | 10 | ПК-3, ПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3, ПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-3, ПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 19 | | |
| 5 Современные ССС | Написание отчета по курсовому проекту | 10 | ПК-3, ПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3, ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 15 | | |

Согласована на портале № 80396

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ | Написание отчета по курсовому проекту | 10 | ПК-3, ПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3, ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 15 | | |
| 7 Заключение | Написание отчета по курсовому проекту | 10 | ПК-3, ПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3, ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 15 | | |
| Итого за семестр | | 112 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 148 | | |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной 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. | Курс. пр. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | + | Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен |
| ПК-5 | + | + | + | + | + | Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Лабораторная работа | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 30 | 100 |

Согласована на портале № 80396

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 70 | 100 |

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Отчет по курсовому проекту | 15 | 35 | 50 | 100 |
| Итого максимум за период | 15 | 35 | 50 | 100 |
| Нарастающим итогом | 15 | 50 | 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

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

### 7.2. Дополнительная литература

1. Учебное пособие: Электропитание космических аппаратов / А. С. Аникин - 2014. 177 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4096.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 80396

1. Космические системы связи: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Ю. П. Акулиничев - 2015. 200 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5862.

2. Космические системы связи: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы / Ю. П. Акулиничев - 2015. 125 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5859.

3. Космические и наземные системы радиосвязи и телевещания: Методические указания по выполнению курсовой работы / А. С. Вершинин, Ж. Т. Эрдынеев - 2012. 62 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1694.

### 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.

## 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

Учебная лаборатория информационных технологий: 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, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;

Согласована на портале № 80396

- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- CPN Tools;
- Cisco Packet Tracer;
- Cisco Packet Tracer (используется Trial-версия);
- Far Manager;
- Free Pascal;
- Free Pascal Lazarus (версия 1.6);
- GIMP;
- Google Chrome;
- Keil uVision5 (используется Trial-копия);
- LibreOffice;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Visual Studio;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Microsoft Windows Server 2008;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Opera;
- Opera Developer;
- Oracle VirtualBox;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Qt Framework Community;
- Qucs;
- STM32CubeMX (4.16.0) (используется Trial-версия);
- Scilab;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория систем спутниковой навигации: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 433 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Приемник сигналов GPS – SCA-12 (2 шт.);
- Приемник сигналов GPS и ГЛОНАСС – GB1000;
- Компьютеры (5 шт.);
- Генератор Г 4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор сигналов специальной формы GFG-3015;
- Антенны космических аппаратов;
- Анализатор спектра С4-27;
- Телевизор плазменный Samsung PS51E497;
- Генератор сигналов 33522B-CFG001;
- Лабораторный источник питания Mastech HY 3010E-2 (4 шт.);
- Осциллограф MSOX2024A-CFG001 (2 шт.);
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Учебная лаборатория систем спутниковой навигации: учебная аудитория для проведения

Согласована на портале № 80396

занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 433 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приемник сигналов GPS – SCA-12 (2 шт.);
- Приемник сигналов GPS и ГЛОНАСС – GB1000;
- Компьютеры (5 шт.);
- Генератор Г 4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор сигналов специальной формы GFG-3015;
- Антенны космических аппаратов;
- Анализатор спектра С4-27;
- Телевизор плазменный Samsung PS51E497;
- Генератор сигналов 33522B-CFG001;
- Лабораторный источник питания Mastech HY 3010E-2 (4 шт.);
- Осциллограф MSOX2024A-CFG001 (2 шт.);
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

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

### 8.5. 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.

### 8.6. 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

Согласована на портале № 80396

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

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение | ПК-3, ПК-5 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС) | ПК-3, ПК-5 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Бортовое и наземное оборудование | ПК-3, ПК-5 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Методы модуляции и многостанционного доступа | ПК-3, ПК-5 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 80396

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Современные ССС | ПК-3, ПК-5 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ | ПК-3, ПК-5 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Заключение | ПК-3, ПК-5 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

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 |
| 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 |

Согласована на портале № 80396

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<br>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. В когерентной СПИ генераторы несущей в передатчике и приемнике должны обладать такой стабильностью, чтобы при отключении ФАПЧ фазы выдаваемых колебаний не расходились заметно в течение: 1) импульса; 2) сеанса связи; 3) нескольких сотен импульсов; 4) одного периода несущей.
2. Некогерентной называется система передачи информации, в которой ожидаемые значения начальных фаз всех принимаемых импульсов: 1) известны; 2) неизвестны; 3) оцениваются в процессе приема;
3. Прием очередного импульса рассматривается как прием сигнала с известной начальной фазой в СПИ: 1) когерентной; 2) некогерентной; 3) частично-когерентной; 4) всегда.
4. Прием очередного импульса рассматривается как прием сигнала со случайной начальной фазой, равномерно распределенной в интервале $0–2\pi$, в СПИ: 1) когерентной; 2) некогерентной; 3) частично-когерентной; 4) всегда.
5. Битовая вероятность ошибки на выходе демодулятора в двоичной когерентной СПИ при наличии аддитивного белого шума зависит лишь от: 1) величины разнесения несущих частот сигналов, соответствующих символам 0 и 1; 2) отношения амплитуд полезного сигнала и шума; 3) отношения энергии разностного сигнала к спектральной плотности мощности шума; 4) отношения энергий сигналов, соответствующих символам 0 и 1.
6. Помехоустойчивость при корреляционном приеме определяется: 1) величиной отношения средних мощностей сигнала и помехи на входе приемника в полосе сигнала; 2) мощностью сигнала на входе приемника; 3) мощностью шума на входе приемника; 4) отношением мощности шума на выходе приемника к мощности шума на входе.
7. Необходимое условие возможности линейного разделения канальных сигналов без взаимных помех в многоканальной СПИ: 1) сигналы должны быть аналоговыми; 2) сигналы должны быть линейно независимыми; 3) сигналы должны быть цифровыми; 4) сигналы должны быть случайными.
8. Синхронизация не требуется: 1) в многоканальных СПИ с временным разделением каналов; 2) в многоканальных СПИ с кодовым разделением каналов. 3) в многоканальных цифровых СПИ с частотным разделением каналов; 4) в многоканальных аналоговых СПИ

Согласована на портале № 80396

с частотным разделением каналов.
9. Ортогональность канальных сигналов необходима: 1) для уменьшения требуемой полосы частот; 2) для упрощения устройства разделения каналов; 3) для увеличения отношения сигнал/шум; 4) для увеличения скорости передачи информации.
10. При уплотнении каналов в системе с ВРК используют: 1) мультиплексор; 2) набор полосовых фильтров; 3) блок генераторов N гармонических колебаний и смесителей; 4) блок N генераторов ортогональных двоичных последовательностей.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Преобразование неэлектрических сигналов в электрические.
2. Коды, применяемые для кодирования текстов. АЦП и ЦАП.
3. Компандирование аналогового сигнала.
4. Формирование многоканального цифрового сигнала при использовании импульснокодовой модуляции (ИКМ) и разностных методов кодирования.
5. Методы модуляции и структура радиосигналов.
6. Синтез радиосигналов.
7. Искажения в канале, межсимвольная интерференция.
8. Прием М-ичного сигнала на фоне белого шума, корреляционный метод приема, битовая вероятность ошибки. Роль отношения сигнал/шум.
9. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Способы разнесенных передачи и приема дискретных сообщений в условиях флуктуации амплитуд и фаз сигналов вследствие многолучевости.
10. Основы факсимильной передачи сообщений, модифицированный код Хафмана.
11. Дифференциальная ИКМ с предсказанием, дельта-модуляция.
12. Принципы преобразования речевой информации, вокодер, кодирование речи в сотовых системах стандарта GSM.
13. Кодирование видеоизображения, MPEG-2.
14. Псевдослучайные цифровые последовательности.
15. Принципы защиты информации от несанкционированного доступа.
16. Скремблирование цифровых сигналов.
17. Шифрование речи в сотовых системах стандартов GSM и CDMA.
18. Принципы криптозащиты с различными ключами на основе стандартов DES и RSA.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Какие подходы к применению современных технологий в средствах спутниковой связи применялись?
2. Какую модель системы спутниковой связи выбрали?
3. Какие решения были приняты для выполнения технического задания?
4. Каковы особенности разрабатываемой системы?
5. Есть ли аналоги разрабатываемой системы?

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №1
2. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №2
3. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №3
4. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №4
5. Обеспечение спутниковой связи. Вариант №5

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование спектров импульсных модулированных сигналов
2. Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код
3. Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов
4. Исследование системы связи с дельта-модуляцией
5. Исследование биортогонального кода
6. Код с проверкой на четность и циклический код

Согласована на портале № 80396

### 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 |
| 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

Согласована на портале № 80396

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 № 80396

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «11» 11 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. РТС | А.А. Мещеряков | Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РТС | А.А. Мещеряков | Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704 |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. РТС | В.А. Громов | Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277 |
| Старший преподаватель, каф. РТС | Д.О. Ноздреватых | Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. РТС | Д.О. Ноздреватых | Разработано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116 |
| Профессор, каф. РТС | Ю.П. Акулиничев | Разработано, bd8b7ed3-fbb2-4918-8be3-330023fdd6c5 |

Согласована на портале № 80396