**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Интеллектуальные системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 26 | 26 | часов |
| Практические занятия | 36 | 36 | часов |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 | часов |
| Самостоятельная работа | 22 | 22 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 7 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83235

## 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).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01.10.
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-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования | ПК-2.1. Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры | Знать физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем |
| | ПК-2.2. Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования | Уметь использовать методы расчета основных характеристик систем космической связи для разработки аппаратуры, соответствующей техническому заданию |
| | ПК-2.3. Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем | Владеть математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации |

Согласована на портале № 83235

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | ПК-3.1. Знает методы и приемы расчетов по проектам сетей связи | Знать принципы работы систем космической связи для расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика |
| | ПК-3.2. Умеет анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений построения систем связи | Умеет проводить сравнительный анализ космических систем связи |
| | ПК-3.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации для построения систем связи | Владеет навыками генерации исходных данных для проектов космической связи, интерпретации технического задания заказчика |

## 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 |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 86 | 86 |
| Лекционные занятия | 26 | 26 |
| Практические занятия | 36 | 36 |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 22 | 22 |
| Подготовка к тестированию | 10 | 10 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | 12 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | | | |
| 1 Основные понятия и определения | 2 | 4 | - | 1 | 7 | ПК-2, ПК-3 |

Согласована на портале № 83235

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики | 4 | 4 | 6 | 3 | 17 | ПК-2, ПК-3 |
| 3 Общие характеристики и принципы построения комплексов космических аппаратов (КА) | 4 | 4 | - | 3 | 11 | ПК-2, ПК-3 |
| 4 Входной сигнал в космических радиолиниях | 2 | 4 | - | 3 | 9 | ПК-2, ПК-3 |
| 5 Измерительные системы радиокомплексов | 4 | 4 | 6 | 3 | 17 | ПК-2, ПК-3 |
| 6 Обработка информации в измерительных радиосистемах | 2 | 4 | 6 | 3 | 15 | ПК-2, ПК-3 |
| 7 Командные радиолинии КА | 2 | 4 | 6 | 3 | 15 | ПК-2, ПК-3 |
| 8 Телеметрические радиолинии КА | 2 | 4 | - | 1 | 7 | ПК-2, ПК-3 |
| 9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА | 2 | 4 | - | 1 | 7 | ПК-2, ПК-3 |
| 10 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса | 2 | - | - | 1 | 3 | ПК-2, ПК-3 |
| Итого за семестр | 26 | 36 | 24 | 22 | 108 | |
| Итого | 26 | 36 | 24 | 22 | 108 | |

### 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** | | | |
| 1 Основные понятия и определения | Задачи курса. Состояние космической техники. Системы для обеспечения полета космических аппаратов и кораблей. Общие характеристики и специфические требования. Этапы создания систем | 2 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 83235

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики | Виды и назначение КА и их классификация. КА ближнего, среднего и дальнего космоса. КА научно-исследовательские, прикладного значения, военного назначения. Системы координат, используемые при определении положения КА. Математическое описание траектории полета КА. Эллиптическая, параболическая и гиперболическая траектории. Первая, вторая и третья космические скорости. Траектории баллистических ракет. Отклонение точки падения по дальности и по направлению. Орбиты искусственных спутников Земли (ИСЗ), элементы орбиты. Изменение параметров орбиты под воздействием возмущающих сил. Понятие об оскулирующих элементах орбиты. Орбиты спутников различного назначения. Траектории КА среднего космоса. Траектории КА дальнего космоса. Вывод КА на заданную траекторию, оптимальные траектории. Точность выведения, коррекция траектории, старт с промежуточной орбиты. Прогнозирование орбит. | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 83235

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Общие характеристики и принципы построения комплексов космических аппаратов (КА) | Задачи, решаемые космическими комплексами. Обобщенная схема радиокомплекса. Особенности различных радиокомплексов. Особенность автономного и командного радиоуправления. Измерительные, командные, связные и телеметрические радиолинии. Система обработки данных. Система единого времени. Требования к системам управления баллистическими ракетами, ИСЗ и КА среднего и дальнего космоса на участке выведения. Принципы измерения параметров движения и определение траектории с помощью системы орбитальных измерений. Состав измеряемых параметров. Особенности определения траектории при однопараметрическом и многопараметрическом измерении. Количество и размещение наземных измерительных пунктов. Принципы измерения параметров движения и определение траектории при автономном самоопределении космических аппаратов. Совместное использование автономных систем и систем внешнетраекторных измерений. | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Входной сигнал в космических радиолиниях | Особенности входных сигналов космических радиолиний. Свойства атмосферы. Выбор диапазона частот. Расчет энергетических характеристик космических радиолиний. Влияние условий распространения радиоволн в атмосфере на точность измерительных радиолиний: погрешности измерения дальности, погрешности измерения углов, погрешности измерения радиальной скорости | 2 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 83235

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Измерительные системы радиокомплексов | Особенности входных сигналов в космических радиолиниях. Учет специфических факторов при выборе диапазона радиоволн. Сигналы, используемые в измерительных линиях радиокомплексов. Структура сигнала в совмещенных радиолиниях. Использование априорной информации при измерениях, определении траектории, при решении прикладных задач. Некоторые общие сведения об измерительных радиолиниях. Измерение дальности в радиокомплексах: фазовый метод, метод интегрирования скорости, метод с использованием псевдошумовых сигналов. Примеры построения схем. Выбор основных параметров. Составляющие ошибок измерения дальности. Измерение радиальной скорости. Учет релятивистских эффектов. Запросные доплеровские измерители. Дробнократное преобразование частоты в ответчике. Использование фазовой АПЧ. Выбор основных параметров. Беззапросные доплеровские измерители. Использование молекулярных генераторов в качестве задающих генераторов. Ошибки измерения скорости доплеровским методом. Использование нескольких частот для уменьшения ошибок, вызванных влиянием атмосферы. Особенности измерения угловых параметров в радиокомплексах. Предельные точности измерения углов. Схемы, выбор основных параметров. Ошибки измерений углов и методы их уменьшения. Особенности измерения угловых скоростей. Выбор основных параметров радиолинии измерения угловых скоростей. Ошибки измерения и методы их уменьшения. Оптические и инерциальные датчики навигационной информации. Особенности конструкции аппаратуры измерительных радиолиний. | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 83235

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Обработка информации в измерительных радиосистемах | Основные задачи обработки информации в космических радиосистемах. Основы методики статистической обработки результатов навигационных измерений. Метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов, метод динамической фильтрации. Использование априорной информации. Определение параметров орбиты ИСЗ при обработке информации методом наименьших квадратов. Характеристики ЭВМ, применяемых в радиосистемах КА. | 2 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 7 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. | 2 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Телеметрические радиолинии КА | Классификация телеметрических радиолиний, телеметрические радиолинии с временным, частотным, кодовым разделением каналов, современное построение телеметрических радиолиний. | 2 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА | Управление положением КА относительно центра масс. Базовая система отсчета. Методы пассивной стабилизации. Устройства задания базовой системы. Системы определения местной вертикали. Астропеленгаторы и радиоастропеленгаторы. Двигательные устройства систем ориентации. Наведение, сближение и стыковка КА. Особенности построения систем. Системы посадки. | 2 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 83235

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса | Инерциальные и радиоэлектронные системы управления баллистическими ракетами. Радиокомплексы ИСЗ различного назначения: геодезических, метеорологических, навигационных. Универсальный радиокомплекс орбитальных измерений. Система единого времени. Особенности комплексов лунных КА и КА дальнего космоса | 2 | ПК-2, ПК-3 |
| | 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** | | | |
| 1 Основные понятия и определения | Радиотехнические системы для обеспечения полета космических аппаратов и кораблей. | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики | Математическое описание траектории полета КА | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Общие характеристики и принципы построения комплексов космических аппаратов (КА) | Обобщенная схема радиокомплекса КА | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Входной сигнал в космических радиолиниях | Расчет энергетических характеристик космических радиолиний. | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Измерительные системы радиокомплексов | Измерения в радиокомплексах КА. | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Обработка информации в измерительных радиосистемах | Статистическая обработка результатов навигационных измерений КА | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Командные радиолинии КА | Структурные схемы командных радиолиний КА | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 83235

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Телеметрические радиолинии КА | Структурные схемы телеметрических радиолиний КА | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА | Системы ориентации и стабилизации КА | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 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** | | | |
| 2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики | Компьютерное моделирование движения космических аппаратов. | 6 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Измерительные системы радиокомплексов | Изучение запросного измерения дальности в космических РТС | 6 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Обработка информации в измерительных радиосистемах | Спутниковая радионавигационная система «Навстар» (GPS) | 6 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Командные радиолинии КА | Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12 | 6 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 24 | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| 1 Основные понятия и определения | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, подготовка | 2 | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 3 | | |

Согласована на портале № 83235

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Общие характеристики и принципы построения комплексов космических аппаратов (КА) | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 4 Входной сигнал в космических радиолиниях | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 5 Измерительные системы радиокомплексов | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 3 | | |
| 6 Обработка информации в измерительных радиосистемах | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 3 | | |
| 7 Командные радиолинии КА | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 3 | | |
| 8 Телеметрические радиолинии КА | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 1 | | |
| 9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 1 | | |
| 10 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-2, ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 1 | | |
| Итого за семестр | | 22 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 58 | | |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 83235

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-2 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ПК-3 | + | + | + | + | Лабораторная работа, 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 | 10 | 30 |
| Тестирование | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 30 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 70 | 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) |

Согласована на портале № 83235

| | | |
|---|---|---|
| 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. Вейцель В.А. Радиосистемы управления: учебн. для вузов / В.А. Вейцель, А.С. Волковский и др.; под ред. В.А. Вейцеля. – М.: Дрофа, 2005. - 416 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Космические радиотехнические системы Практикум.: Учебно-методическое пособие по курсу «Космические системы» для студентов радиотехнических специальностей / А. А. Мещеряков - 2024. 70 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10870.
2. Компьютерное моделирование движения космических аппаратов: Методические указания по выполнению лабораторной работы / А. А. Мещеряков - 2012. 28 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1731.
3. Изучение запросного измерения дальности в космических РТС: Методические указания по выполнению лабораторной работы / А. А. Мещеряков - 2011. 39 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3034.
4. Спутниковая Радионавигационная Система «Навстар» (GPS): Методические указания по выполнению лабораторной работы / А. А. Мещеряков - 2012. 39 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1733.
5. Изучение аппаратуры настройки исз кирс-12: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Б. П. Дудко, А. А. Мещеряков - 2012. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1729.
6. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов - 2018. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627.

#### 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

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 № 83235

## 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 защищенных систем связи: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 432 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приборы измерительные (17 шт.);
- Макеты лабораторные: "Исследование спектров импульсных модулированных сигналов", "Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код", "Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов", "Исследование системы связи с дельта-модуляцией", "Исследование биортогонального кода", "Исследование сверточного кода", "Код с проверкой на четность и циклический код";
- Компьютер WS3;
- Компьютер Celeron (4 шт.);
- Телевизор плазменный Pioneer с диагональю экрана 51;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Opera Developer;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

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

Лаборатория защищенных систем связи: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 432 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приборы измерительные (17 шт.);
- Макеты лабораторные: "Исследование спектров импульсных модулированных сигналов", "Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код", "Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов", "Исследование системы связи с дельта-модуляцией", "Исследование биортогонального кода", "Исследование сверточного кода", "Код с проверкой на четность и циклический код";
- Компьютер WS3;
- Компьютер Celeron (4 шт.);
- Телевизор плазменный Pioneer с диагональю экрана 51;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- AVAST Free Antivirus;

Согласована на портале № 83235

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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 № 83235

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Основные понятия и определения | ПК-2, ПК-3 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Общие характеристики и принципы построения комплексов космических аппаратов (КА) | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Входной сигнал в космических радиолиниях | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Измерительные системы радиокомплексов | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Обработка информации в измерительных радиосистемах | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Командные радиолинии КА | ПК-2, ПК-3 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Телеметрические радиолинии КА | ПК-2, ПК-3 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 83235

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА | ПК-2, ПК-3 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 10 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса | ПК-2, ПК-3 | 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 |

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<br>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. |

Согласована на портале № 83235

| | |
|---|---|
| 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
    4. являются случайными и не используются для обработки сигнала
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 0–2π, 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

Согласована на портале № 83235

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 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. Темы лабораторных работ

1. Компьютерное моделирование движения космических аппаратов.
2. Изучение запросного измерения дальности в космических РТС
3. Спутниковая радионавигационная система «Навстар» (GPS)
4. Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12

## 9.2. Методические рекомендации

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

Согласована на портале № 83235

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 доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

Согласована на портале № 83235

– 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 № 83235

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 5 от «19» 2 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9 |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Директор, каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий кафедрой, каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой, каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Разработано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135 |

Согласована на портале № 83235