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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	26	26	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	26	26	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	16	16	часов
Самостоятельная работа	76	76	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	9

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 55620

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение особенностей функционирования космических аппаратов (КА).
2. Изучение теории баллистического полета КА.
3. Изучение особенностей построения радиоэлектронных систем, обеспечивающих управление полетом КА различного назначения.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов компетенции, позволяющей самостоятельно осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, отражающей особенности работы систем существующих КА, способы управления полетом на этапе выведения, на этапе баллистического полета, при посадке КА, принципы и варианты построения измерительных, командных и телеметрических каналов.
2. Научить разрабатывать структурные и функциональные схемы космических радиотехнических систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль специализации (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.11.
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		
ПКР-6. Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	ПКР-6.1. Знает стадии проектирования.	Знать принципы и варианты проектирования космических радиотехнических систем.
	ПКР-6.2. Умеет разрабатывать техническое задание на проектирование.	Уметь определять цели и выполнять постановку задач проектирования при разработке технического задания.

Согласована на портале № 55620

ПКР-7. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПКР-7.1. Знает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.	Знать принципы и варианты построения измерительных, командных и телеметрических систем и комплексов КА.
	ПКР-7.2. Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.	Уметь выполнять расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов КА.
	ПКР-7.3. Владеет навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	Владеть навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств радиотехнических систем и космических комплексов различного назначения с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

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 5 зачетных единиц, 180 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
		9 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	68	68
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	26	26
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	76	76
Подготовка к тестированию	40	40
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Написание отчета по лабораторной работе	20	20
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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
9 семестр						

Согласована на портале № 55620

1 Основные понятия и определения	2	2	-	4	8	ПКР-6
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	4	4	4	13	25	ПКР-6, ПКР-7
3 Общие характеристики и принципы построения комплексов КА	4	2	-	4	10	ПКР-6, ПКР-7
4 Входной сигнал в космических радиолиниях	2	2	-	4	8	ПКР-6, ПКР-7
5 Измерительные системы радиокомплексов	4	2	4	13	23	ПКР-6, ПКР-7
6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	2	2	4	13	21	ПКР-6, ПКР-7
7 Командные радиолинии КА	2	4	4	13	23	ПКР-6, ПКР-7
8 Телеметрические радиолинии КА	2	4	-	4	10	ПКР-6, ПКР-7
9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА	2	2	-	4	8	ПКР-6, ПКР-7
10 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса	2	2	-	4	8	ПКР-6, ПКР-7
Итого за семестр	26	26	16	76	144	
Итого	26	26	16	76	144	

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
9 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	ПКР-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 55620

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	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	4	

Согласована на портале № 55620

3 Общие характеристики и принципы построения комплексов 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	ПКР-6
	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	ПКР-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 55620

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. Дробно-кратное 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	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	4	

Согласована на портале № 55620

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	ПКР-6
	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	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	2	
8 Телеметрические радиолинии КА	Классификация телеметрических радиолиний, телеметрические радиолинии с временным, частотным, кодовым разделением каналов, современное построение телеметрических радиолиний.	2	ПКР-6, ПКР-7
	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	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	2	

Согласована на портале № 55620

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	ПКР-6, ПКР-7
	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
9 семестр			
1 Основные понятия и определения	Радиотехнические системы для обеспечения полета космических аппаратов и кораблей.	2	ПКР-6
	Итого	2	
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Математическое описание траектории полета КА	4	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	4	
3 Общие характеристики и принципы построения комплексов КА	Обобщенная схема радиокомплекса КА	2	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	2	
4 Входной сигнал в космических радиолиниях	Расчет энергетических характеристик космических радиолиний.	2	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	2	
5 Измерительные системы радиокомплексов	Измерения в радиокомплексах КА.	2	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	2	
6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	Статистическая обработка результатов навигационных измерений КА	2	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	2	
7 Командные радиолинии КА	Структурные схемы командных радиолиний КА	4	ПКР-7
	Итого	4	
8 Телеметрические радиолинии КА	Структурные схемы телеметрических радиолиний КА	4	ПКР-7
	Итого	4	

Согласована на портале № 55620

9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА	Системы ориентации и стабилизации КА	2	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	2	
10 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса	Радиокомплексы ИСЗ различного назначения	2	ПКР-6
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

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
9 семестр			
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Компьютерное моделирование движения космических аппаратов.	4	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	4	
5 Измерительные системы радиокомплексов	Изучение запросного измерения дальности в космических РТС	4	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	4	
6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	Спутниковая радионавигационная система «Навстар» (GPS)	4	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	4	
7 Командные радиолинии КА	Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12	4	ПКР-6, ПКР-7
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

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
9 семестр				
1 Основные понятия и определения	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 55620

2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6, ПКР-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	13		
3 Общие характеристики и принципы построения комплексов КА	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Итого	4		
4 Входной сигнал в космических радиолиниях	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Итого	4		
5 Измерительные системы радиокомплексов	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6, ПКР-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	13		
6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6, ПКР-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	13		
7 Командные радиолинии КА	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6, ПКР-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	13		
8 Телеметрические радиолинии КА	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 55620

9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование
	Итого	4		
10 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		76		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		112		

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.	Сам. раб.	
ПКР-6	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе
ПКР-7	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе

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
9 семестр				
Лабораторная работа	3	3	4	10
Тестирование	10	15	20	45
Отчет по лабораторной работе	3	4	8	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	16	22	32	100
Нарастающим итогом	16	38	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

Согласована на портале № 55620

≥ 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. 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.).

2. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Б. П. Дудко, В. П. Денисов - 2012. 334 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / В. П. Денисов - 2013. 33 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852.

2. 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.

3. 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.

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 запросного измерения дальности в космических РТС: Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Космические системы» / А. А. Мещеряков - 2011. 39 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3034.

6. Определение облика станции радиотехнической разведки: Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы / В. П. Денисов, Ф. Н. Захаров - 2019. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8942.

Согласована на портале № 55620

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 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:

- Контрольно-испытательная станция КИРС-12 с бортовой спутниковой аппаратурой;
- Приемник сигналов GPS – SCA-12 (2 шт.);
- Приемник сигналов GPS и ГЛОНАСС – GB1000;
- Макет полезной нагрузки космического аппарата;
- Современные персональные компьютеры на базе IBM PC (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.);
- Имитатор бортовой радиоэлектронной аппаратуры 778.6113-0ПС;
- 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;

Согласована на портале № 55620

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

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:
- Контрольно-испытательная станция КИРС-12 с бортовой спутниковой аппаратурой;
- Приемник сигналов GPS – SCA-12 (2 шт.);
- Приемник сигналов GPS и ГЛОНАСС – GB1000;
- Макет полезной нагрузки космического аппарата;
- Современные персональные компьютеры на базе IBM PC (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.);
- Имитатор бортовой радиоэлектронной аппаратуры 778.6113-0ПС;
- 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 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, 201 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

Согласована на портале № 55620

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные понятия и определения	ПКР-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Общие характеристики и принципы построения комплексов КА	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Входной сигнал в космических радиолиниях	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 55620

5 Измерительные системы радиокомплексов	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
7 Командные радиолинии КА	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Телеметрические радиолинии КА	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА	ПКР-6, ПКР-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса	ПКР-6, ПКР-7	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

Согласована на портале № 55620

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. Система координат не используемая при определении положения КА
   стартовая
   связанная

Согласована на портале № 55620

поточная
ортогональная

2. КА ближнего космоса располагаются от поверхности Земли на расстоянии
до 10 тыс. км.
до 40 тыс. км.
до 400 тыс. км.
свыше 100 тыс. км.
3. К аппаратуре целевого назначения не относятся
приборы для научного исследования
ретрансляторы спутников связи
фототелевизионные устройства
Системы электроснабжения
4. В бортовой комплекс управления не входят системы
управления бортовой аппаратурой
терморегулирования
ориентации и управления движением
обмена информации с наземным комплексом управления
5. Скорость движения спутника по круговой орбите с увеличением высоты
увеличивается
уменьшается
не изменяется
вопрос не имеет смысла
6. В ионосфере фазовая скорость распространения радиоволны
больше групповой
меньше групповой
равна групповой
равна скорости света
7. Как разделить два когерентных сигнала в одной точке приема?
путем переноса на разные частоты
путем корреляционной обработки
невозможно
путем нахождения квадратур
8. Реальная чувствительность приемника зависит от:
коэффициента усиления
потерь в фидере
коэф. усиления антенны
коэффициента шума
9. Разделение различных команд в командных радиолиниях не осуществляется на основе
уплотнения каналов
амплитудного
временного
структурного
частотного
10. Разделение каналов в телеметрических радиолиниях не осуществляется
временным разделением
частотным разделением
фазовым разделением
кодовым разделением

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Виды и назначение КА и их классификация.
2. Свободный полет КА. Три уравнения, описывающих траекторию полета КА.
3. Принципы измерения пространственных величин. Особенности измерительных радиолиний.
4. Особенности командных радиолиний. Виды разделения команд.
5. Классификация телеметрических радиолиний.

Согласована на портале № 55620

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 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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 № 55620

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 № 55620

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «19» 11 2020 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	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

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:

Заведующий кафедрой, каф. РТС	А.А. Мещеряков	Разработано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704

Согласована на портале № 55620