МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ 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 космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	52	52	часов
5	Самостоятельная работа	56	56	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 46980

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от «12» 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. РТС _____ А. А. Мещеряков

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 46980

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение особенностей функционирования космических аппаратов (КА),

изучение теории баллистического полета КА,

изучение особенностей построения радиоэлектронных систем, обеспечивающих управление полетом КА различного назначения.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенции, позволяющей самостоятельно изучать и использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию достижений отечественной и зарубежной науки, отражающие 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, существующие и новые типовые структурные и функциональные схемы космических радиотехнических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Космические системы» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Распространение радиоволн, Статистическая радиотехника, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Основы теории радиосистем и комплексов управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-9 способностью изучать и использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области радиотехники;

– ПСК-8.1 способностью владеть общими принципами построения и функционирования космических радиотехнических комплексов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** теорию баллистического полета КА; способы управления полетом на этапе выведения, на этапе баллистического полета, при посадке КА; принципы и варианты построения измерительных, командных и телеметрических каналов

– **уметь** проводить анализ существующих и новых типовых структурных и функциональных схем космических радиотехнических систем и космических комплексов различного назначения

– **владеть** методикой статистической обработки результатов навигационных измерений, методами практической оценки качественных показателей космических радиотехнических систем

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	52	52
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	56	56
Проработка лекционного материала	24	24

Согласована на портале № 46980

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Основные понятия и определения	2	0	0	2	4	ПК-9, ПСК-8.1
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	2	2	4	7	15	ПК-9, ПСК-8.1
3 Общие характеристики и принципы построения комплексов КА	2	2	0	7	11	ПК-9, ПСК-8.1
4 Входной сигнал в космических радиолиниях	2	2	0	7	11	ПК-9, ПСК-8.1
5 Измерительные системы радиокомплексов	2	2	4	7	15	ПК-9, ПСК-8.1
6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	2	4	4	7	17	ПК-9, ПСК-8.1
7 Командные радиолинии КА	2	2	4	7	15	ПК-9, ПСК-8.1
8 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА	2	2	0	6	10	ПК-9, ПСК-8.1
9 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса	2	2	0	6	10	ПК-9, ПСК-8.1
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
Итого	18	18	16	56	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные понятия и определения	Задачи курса. Состояние космической техники. Системы для обеспечения поле-	2	ПК-9, ПСК-8.1

Согласована на портале № 46980

	та космических аппаратов и кораблей. Общие характеристики и специфические требования. Этапы создания систем.		
	Итого	2	
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.	2	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
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 использова-	2	ПК-9, ПСК-8.1

Согласована на портале № 46980

	ние автономных систем и систем внешнетраекторных измерений.		
	Итого	2	
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-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
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.Оп-	2	ПК-9, ПСК-8.1

Согласована на портале № 46980

	тические и инерциальные датчики навигационной информации.Особенности конструкции аппаратуры измерительных радиолиний.		
	Итого	2	
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-9, ПСК-8.1
	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-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
8 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-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
9 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	2	ПК-9, ПСК-8.1

Согласована на портале № 46980

	космоса.		
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Математика		+				+			
2 Распространение радиоволн				+	+		+		
3 Статистическая радиотехника			+		+	+	+		
4 Физика	+	+						+	
Последующие дисциплины									
1 Основы теории радионавигационных систем и комплексов			+		+				
2 Основы теории радиосистем и комплексов управления					+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-9	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест
ПСК-8.1	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест

Согласована на портале № 46980

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Компьютерное моделирование движения космических аппаратов	4	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	4	
5 Измерительные системы радиокомплексов	Изучение доплеровских систем измерения вектора скорости	4	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	4	
6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	Спутниковая радионавигационная Систе-ма «Навстар» (GPS)	4	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	4	
7 Командные радиолинии КА	Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12	4	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Орбиты ИСЗ. Параметры траектории, уг-ловое положение КА, системы координат.	2	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
3 Общие характеристики и принципы построения комплексов КА	Принципы измерения параметров движе-ния и определение траектории с помощью системы орбитальных измерений.	2	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
4 Входной сигнал в космических радиолиниях	Расчет энергетических характеристик кос-мических радиолиний.	2	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
5 Измерительные системы радиокомплексов	Структура сигнала в космических радио-линиях.	2	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	2	

Согласована на портале № 46980

6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	Изучение способов обработки информации в спутниковых систем навигации ГЛОНАСС и НАВСТАР.	4	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	4	
7 Командные радиолинии КА	Изучение работы командных радиолиний КА на примере технологической контрольно-испытательной станции КИРС 12.	2	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
8 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА	Методы ориентации и стабилизации КА.	2	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
9 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса	Радиосистемы КА различного назначения.	2	ПК-9, ПСК-8.1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Основные понятия и определения	Проработка лекционного материала	2	ПК-9, ПСК-8.1	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
3 Общие характеристики и принципы построения комплексов КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
4 Входной сигнал в космических радиолиниях	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	3		

Согласована на портале № 46980

	Итого	7		
5 Измерительные системы радиокомплексов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПСК-8.1	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
6 Обработка информации в измерительных радиосистемах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПСК-8.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
7 Командные радиолинии КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
8 Системы ориентации и стабилизации, наведения и стыковки на орбите, посадки КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
9 Радиосистемы ближнего, среднего и дальнего космоса	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		56		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		92		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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

Согласована на портале № 46980

6 семестр				
Домашнее задание	3	3	3	9
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по индивидуальному заданию	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе		4	7	11
Расчетная работа		12		12
Тест	4	3	4	11
Итого максимум за период	16	31	23	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	16	47	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728 (дата обращения: 27.11.2018).

Согласована на портале № 46980

12.2. 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. Бычков С.И. и др. Космические радиотехнические комплексы. - М.: Сов. радио, 1967. – 584 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)
3. Гуткин Л.С. и др. Радиоуправление реактивными снарядами и космическими аппаратами. - М.: Сов. радио, 1968. – 680 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Спутниковая Радионавигационная Система «Навстар» (GPS) [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Мещеряков А. А. - 2012. 39 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1733 (дата обращения: 27.11.2018).
2. Изучение аппаратуры настройки исз кирс-12 [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Дудко Б. П., Мещеряков А. А. - 2012. 11 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1729 (дата обращения: 27.11.2018).
3. Компьютерное моделирование движения космических аппаратов [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Мещеряков А. А. - 2012. 28 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1731 (дата обращения: 27.11.2018).
4. Радионавигационные системы. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторный работ / Савин А. А., Мещеряков А. А., Дудко Б. П. - 2012. 116 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1187 (дата обращения: 27.11.2018).
5. Руководство для подготовки обучающего и контролирующего комплекса компьютерных методических разработок при организации самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Осетров Д. Г., Шангина Л. И., Хатьков Н. Д., Павличенко Ю. А. - 2009. 37 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/909 (дата обращения: 27.11.2018).
6. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852 (дата обращения: 27.11.2018).
7. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2119 (дата обращения: 27.11.2018).

12.3.2. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Сайт twirpx.com - Учебно-методическая и профессиональная литература для студентов и преподавателей технических, естественнонаучных и гуманитарных специальностей.

Согласована на портале № 46980

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. 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 не требуется.

13.1.3. 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;

Согласована на портале № 46980

- 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 не требуется.

13.1.4. 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

Согласована на портале № 46980

14.1.1. Тестовые задания

1. Условия баллистического полета: наличие тяги двигателя; наличие начальной скорости; отсутствие сопротивления атмосферы; отсутствие подъемной силы.

2. БР движения в плоскости стрельбы по траектории в форме: окружности; параболы; эллипсы; гиперболы.

3. При третьей космической скорости КА движения относительно Земли по орбите: круговой; параболический; эллиптический; гиперболический.

4. Аргумент перигея – это элемент орбиты, определяемый как:

угол между осью X геоцентрической системы координат и направлением перигея орбит;

угол между осью Y геоцентрической системы координат и направлением на перигей орбиты;

угол между линией узлов и направлением на перигей орбиты;

угол между направлением на ИСЗ и направлением на перигей орбиты.

5. Для полета к Венере скорость (по сравнению со скоростью Земли) должна быть: большей; равной; меньшей; вопрос не имеет смысла.

6. Какое время длится полет к Венере по траектории минимальной затраты топлива: 1 месяц; 3 месяца; 6 месяцев; 12 месяцев.

7. Виден ли геостационарный спутник с северного полюса? Виден всегда; Не виден никогда; Виден один раз в сутки; Виден в зависимости от расположения его точки стояния.

8. Период обращения ИСЗ на круговой орбите высотой 350 км равен: 50 мин; 100 мин; 500 мин; 1000 мин.

9. Для полета к Луне нужна скорость, по сравнению со второй космической скоростью: равной; меньшей; большей; вопрос не имеет смысла.

10. В географической системе координат центр находится: в центре Земли; на северном полюсе; на экваторе; не существует.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Состояние космической техники. Краткие сведения о космосе.
2. Виды и назначение КА и их классификация.
3. Типы ракетных двигателей (жидкостные РД, РД твердого топлива).
4. Многоступенчатые ракеты-носители. Основная формула реактивного движения.
5. Системы координат, используемые при определении положения КА.
6. Математическое описание траектории полета КА. (непосредственная аппроксимация траектории КА).
7. Математическое описание траектории полета КА. (на основе решения дифференциальных уравнений).
8. Свободный полет КА. Три уравнения, описывающих траекторию полета КА.
9. Эллиптическая, параболическая и гиперболическая траектории. Первая, вторая и третья космические скорости.
10. Орбиты искусственных спутников Земли (ИСЗ), элементы орбиты.
11. Траектории КА среднего космоса. Полет к Луне.
12. Траектории КА дальнего космоса. Полет к Марсу, Венере.
13. Коррекция заданной траектории КА. Коррекция формы орбиты, коррекция плоскости орбиты.
14. Принципы построения космических радиотехнических систем. Задачи, решаемые системами. Виды космических радиосистем.
15. Принципы измерения пространственных величин. Особенности измерительных радиолиний.
16. Методы измерения расстояния.
17. Методы измерения радиальной скорости.
18. Методы измерения углов.
19. Измерение угловых скоростей.
20. Особенности входных сигналов космических радиолиний. Свойства атмосферы.
21. Выбор диапазона частот в космических радиолиниях .
22. Расчет энергетических характеристик космических радиолиний.

Согласована на портале № 46980

23. Влияние условий распространения радиоволн в атмосфере на точность измерительных радиолиний.

24. Назначение командных радиолиний и задачи, решаемые ими в радиокомплексах КА.

25. Особенности командных радиолиний. Виды разделения команд.

26. Аналоговые и цифровые командные радиолинии.

27. Классификация телеметрических радиолиний.

28. Телеметрические радиолинии с временным разделением каналов.

29. Телеметрические радиолинии с частотным разделением каналов.

30. Телеметрические радиолинии с кодовым разделением каналов.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Движение космических аппаратов.

Доплеровские системы измерения вектора скорости КА.

Спутниковые радионавигационные системы GPS и ГЛОНАСС.

Принципы грубого и точного измерения дальности до КА с помощью контрольно -измерительной радиостанции КИРС-12.

14.1.4. Темы индивидуальных заданий

Траектории движется баллистических ракет.

Погрешности измерения скорости КА.

Принцип действия многолучевого доплеровского измерителя скорости КА.

Структура сигнала командных радиолиний.

Функциональная схема работы канала измерения дальности до КА

14.1.5. Темы домашних заданий

Системы координат

Невозмущенное движение космических аппаратов

Расчет энергетических характеристик космических радиолиний

Зоны обзора с наземного пункта и с ИСЗ

Спутниковые радионавигационные системы

Возмущенное движение космических аппаратов

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

1.В каком году был запущен первый искусственный спутник Земли?

2.Как звали первое живое существо, побывавшее в космосе?

3.Почему искусственный спутник Земли не падает на Землю?

4.Что вокруг чего вращается: Луна вокруг Земли или Земля вокруг Луны? Почему?

5.Что такое геостационарная орбита, почему она так называется и на какой высоте находится?

6.На какой высоте над Землей находится ионосфера?

7.Почему антенны спутникового телевидения направлены под углом, близким к горизонту?

8. Космонавты работают в невесомости. Почему возникает невесомость?

9.Что измеряет приемник спутниковой системы ГЛОНАСС?

10. Какого расстояние от Земли до Луны и от Луны до Солнца?

11. Почему баллистическая ракета так называется?

12.Зачем делают двух- и трехступенчатые ракеты?

13.Что произойдет с живыми существами при разгерметизации космического аппарата и почему?

14. Почему космодромы стараются располагать ближе к экватору?

15. На какой орбите скорость движения спутника должна быть больше: на низкой или на высокой? И почему?

16. Чем метеор отличается от метеорита?

17. Из какого материала сделаны панели солнечной батареи?

14.1.7. Темы расчетных работ

Расчет предельной дальности действия командной радиолинии, имеющей заданные энергетические характеристики.

Согласована на портале № 46980

Расчет энергетического потенциала наземной станции при заданных условиях.

14.1.8. Темы лабораторных работ

Компьютерное моделирование движения космических аппаратов
Изучение доплеровских систем измерения вектора скорости
Спутниковая радионавигационная Система «Навстар» (GPS)
Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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;

Согласована на портале № 46980

– 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 № 46980